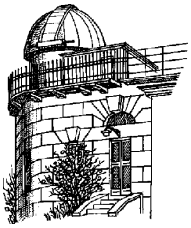
Астрономическая обсерватория
Одесского национального университета
имени И. И. Мечникова

ОДЕССКИЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

2018

◆

Выпуск 19
Издается с 1919 года (возобновлен в 1999 г.)



Одесса
“Астропринт”
2017

УДК 521/524:529(477.74)(066)
О-417

Редакционная коллегия:
Главный редактор – ***В. Г. Каретников***, проф., д-р физ.-мат. наук.
Зам.главного редактора – ***В. В. Михальчук***, канд. физ.-мат. наук.
Секретарь редколлегии – ***А. А. Базей***, канд. физ.-мат. наук.
Члены редколлегии: ***С. М. Андриевский***, проф., д-р физ.-мат. наук, ***И. Л. Андронов***, проф., д-р физ.-мат. наук, ***М. Ю. Волянская***, канд. физ.-мат. наук, ***Г. А. Гарбузов***, канд. физ.-мат. наук, ***В. В. Ковтюх***, д-р физ.-мат. наук, ***Н. И. Кошкин***, канд. физ.-мат. наук, ***Т. В. Мишенина***, д-р физ.-мат. наук, ***В. А. Позигун***, канд. физ.-мат. наук, ***М. И. Рябов***, канд. физ.-мат. наук

65014, г. Одесса, парк им. Т. Г. Шевченко, тел. (048)7220396,
astronomical_observatory@onu.edu.ua

Свидетельство о государственной регистрации печатного средства массовой информации: серия КВ № 14723-3694Р от 30.10.2008 г.

В оформлении обложки использовано изображение старинной гравюры, взятой из «Истории исследования природы и приложения ее сил на службу человечеству» под общей редакцией Ганса Кремера. – Т. 3. – СПб.: Т-во «Просвещение», 1904.

О-417 **Одесский** астрономический календарь : 2018 : [сб. науч.-поп. ст.] / Астрономическая обсерватория Одес. нац. ун-та имени И. И. Мечникова ; ред.кол. : В. Г. Каретников (глав. ред.) [и др.]. – Вып. 1 (1919). – Одесса : Астропринт, 2017. – Вып. 19. – 272 с.

Одесский астрономический календарь (ОАК-2018) предназначен для широкого круга читателей: от школьников до астрономов-профессионалов. Приведенные в нем сведения могут пригодиться также простым гражданам, адвокатам и следователям, нуждающимся в определении точного времени восходов и заходов Солнца, Луны и наступления сумерек, учителям школ разного уровня для преподавания астрономии и ведения практических занятий по астрономии, а также учащимся колледжей и вузов. Много интересного в календаре найдут для себя любители астрономии и люди, просто интересующиеся новостями астрономии, а профессионалы-астрономы могут использовать календарь как справочное пособие.

В календарь (ОАК-2018), кроме описания основных астрономических явлений года и таблиц, определяющих положение небесных светил и время наблюдений астрономических явлений на небе, включены также очерки по интересным вопросам астрономии и юбилейным датам. Данный выпуск календаря продолжает традицию и посвящен одной из интереснейших проблем – звездам, около которых может возникнуть биологическая жизнь.

УДК 521/524:529(477.74)(066)

The Odessa Astronomical Calendar (OAC-2018) is dedicated for the broad public sections from the pupils to professional astronomers. Information quoted in the Calendar could be useful for ordinary citizens, as well as for lawyers, public prosecutors and investigators requiring for their professional activity the determination of the precise moments of the sunsets and sunrises, Moon rise, and Moon phases, exact time of twilight etc. Calendar will be also helpful for the School teachers, and lecturers of the colleges and universities. Many interesting things can be found here by astronomy amateurs and those people who are interested in the news of astronomy. Professional astronomers can use the Calendar as a preliminary help manual. In addition to the described in Calendar (OAC-2018) the main astronomical events of the current year and the corresponding tables that define positions of celestial bodies and the time of those events observations, the Calendar also contains several articles about some interesting astronomical problems and jubilee dates. Calendar continues tradition of a description of the different astronomical topics and objects. This release calendar continues the tradition of initiation of one of the most interesting problem – the stars, near of which may be biological life.

© Одесская астрономическая обсерватория, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Предисловие (*В.Г.Каретников*) 4
Табель-календарь на 2018 год (*Н.И.Кошкин*) 5
Основные термины и обозначения (*В.Г.Каретников*) 6
Явления и события 2018 года (*В.В.Михальчук*) 7
История календаря: Буддийский календарь (*М.Ю.Волянская*) 8

СОЛНЦЕ И ЛУНА

Эфемериды Солнца и Луны. Сумерки (*А.А.Базей*) 14
Физические эфемериды Солнца и Луны (*В.В.Михальчук*) 46
Затмения Солнца и Луны (*В.В.Михальчук*) 48
Покрытия звезд Луной и астероидами (*В.В.Троянский*) 54
Диаграмма видимости небесных тел и фазы Луны (*Н.И.Кошкин*) 62

ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Большие планеты (*А.А.Базей, В.В.Михальчук*) 64
Спутники больших планет (*Н.И.Кошкин*) 87
Астероиды и планеты-карлики (*Н.И.Кошкин*) 101
Прохождение комет через перигелий в 2018 году (*И.В.Лукьяник*) 111
Метеорное вещество и его следы на поверхности Земли (*В.Г.Кручиненко*) .. 117

ЗВЕЗДЫ И ГАЛАКТИКИ

Яркие звезды (*В.В.Ковтюх*) 124
Двойные звезды (*В.В.Назаренко*) 131
Переменные звезды (*И.Л.Андронов*) 141
Наша Галактика (*Т.В.Мишенина*) 145
Мир за пределами Галактики (*А.В.Ющенко*) 151

ПОПУЛЯРНЫЕ ОЧЕРКИ

Жизнь возле звезд (*В.Н.Обридко*) 157
Влияние межзвездной среды на биосферу Земли (*Н.Г.Бочкарев*) 164
Космические лучи и эволюция биосферы:
прошлое и будущее (*Л.И.Мирошниченко*) 171
Жизнь вокруг звезды (*М.В.Рагульская*) 178
Формирование протопланетной системы при слиянии
двойной звезды (*Ф.В.Сироткин*) 187

НОВОСТИ АСТРОНОМИИ

Новости астрономии и космонавтики (*М.И.Рябов*) 195
Международная Гамовская конференция-школа 2017 года (*М.И.Рябов*) 204
Школьные астрономические конференции и олимпиады (*И.Л.Андронов*) ... 206
Памятные даты астрономии в 2018 году (*Б.А.Мурников*) 209
100-летние юбилеи отечественных ученых (*В.Г.Каретников*) 216

ПРИЛОЖЕНИЕ

Космическая погода текущего 24 цикла солнечной активности (*В.Н.Ишков*) 229
50 лет группе астроспектроскопии Астрономической обсерватории
Одесского университета имени И.И.Мечникова (*А.В.Драгунова*) 238
60-летие Лаборатории космических исследований в Ужгороде (*В.П.Епишев*) ... 241
В гостях у музы Урании (*Т.В.Мишенина*) 246
Рекомендованные литература и интернет-ресурсы (*М.И.Рябов*) 250

ПОСТОЯННАЯ ЧАСТЬ

Названия и обозначения созвездий и небесных тел (*М.Ю.Волянская*) 252
Исчисление времени и юлианских дат (*В.Г.Каретников, И.Л.Андронов*) 254
Астрономическая рефракция (*В.В.Михальчук*) 257
Расчет эфемерид для других мест (*В.В.Михальчук*) 259
Вид и карты звездного неба (*Н.И.Кошкин*) 263

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий выпуск «Одесского астрономического календаря» на 2018 год (ОАК-2018) является 19-м выпуском возрожденного в 1999 и вышедшего в 2000 году одноименного издания, которое выпускалось под редакцией А.Я.Орлова Одесской государственной астрономической обсерваторией в 1919-1924 годах.

ОАК-2018 продолжает традицию посвящения календаря одной из важнейших проблем современной науки, этот выпуск посвящен звездам, около которых может возникнуть биологическая жизнь.

Уже постоянной стала рубрика, посвященная видным ученым бывшего СССР, которым в 2018 году исполнилось бы 100 лет. Среди них профессора А.Г.Масевич (астрофизика и исследование искусственных спутников Земли) и В.В.Подобед (астрометрия).

«ОАК-2018» предназначен для удовлетворения запросов широкого круга любителей астрономии. Цель календаря состоит в обеспечении интересующегося читателя сведениями об астрономических явлениях 2018 года, видимых невооруженным глазом либо с применением небольших оптических приборов.

Календарь ОАК-2018 может компенсировать преподавателям астрономии школ и вузов нехватку учебников по астрономии. Выпуск также позволяет узнать имена создателей отечественной астрономии, их научные достижения. Особенно полезен он при проведении практических занятий

Материалы календаря подготовили члены Украинской астрономической ассоциации и сотрудники ряда одесских вузов: университета им. И.И.Мечникова, Морского университета, Морской академии и Одесской обсерватории Радиоастрономического института Национальной академии наук Украины.

Редколлегия календаря благодарна нашим соавторам – сотрудникам других астрономических учреждений Украины и России, приславших свои научные очерки и воспоминания о видных ученых нашего совместного прошлого. Важно, что наше научное сотрудничество успешно продолжается.

Коллектив редколлегии «ОАК-2018» надеется, что данное издание найдет своего читателя и будет полезным для широкой публики. Редколлегия с благодарностью примет все замечания и предложения читателей и постарается их учесть в последующих выпусках календаря.

Адрес для переписки:

Украина, 65014, г.Одесса, парк им. Т.Г.Шевченко,
НИИ «Астрономическая обсерватория» ОНУ,
редколлегии Одесского астрономического календаря,
тел. (048)-7220396, (048)-7281167
эл.-адрес: astronomical_observatory@onu.edu.ua

Редколлегия обращается к любителям астрономии и заинтересованным лицам оказать спонсорскую помощь, необходимую для продолжения и развития данного издания, дополнения его новыми сведениями из астрономических исследований и астрономического образования.

2018

Январь

Пн	1	8	15	22	29	
Вт	2	9	16	23	30	
Ср	3	10	17	24	31	
Чт	4	11	18	25		
Пт	5	12	19	26		
Сб	6	13	20	27		
Вс	7	14	21	28		

Февраль

Пн		5	12	19	26	
Вт		6	13	20	27	
Ср		7	14	21	28	
Чт	1	8	15	22		
Пт	2	9	16	23		
Сб	3	10	17	24		
Вс	4	11	18	25		

Март

Пн		5	12	19	26	
Вт		6	13	20	27	
Ср		7	14	21	28	
Чт	1	8	15	22	29	
Пт	2	9	16	23	30	
Сб	3	10	17	24	31	
Вс	4	11	18	25		

Апрель

Пн		2	9	16	23	30
Вт		3	10	17	24	
Ср		4	11	18	25	
Чт		5	12	19	26	
Пт		6	13	20	27	
Сб		7	14	21	28	
Вс	1	8	15	22	29	

Май

Пн		7	14	21	28	
Вт	1	8	15	22	29	
Ср	2	9	16	23	30	
Чт	3	10	17	24	31	
Пт	4	11	18	25		
Сб	5	12	19	26		
Вс	6	13	20	27		

Июнь

Пн		4	11	18	25	
Вт		5	12	19	26	
Ср		6	13	20	27	
Чт		7	14	21	28	
Пт	1	8	15	22	29	
Сб	2	9	16	23	30	
Вс	3	10	17	24		

Июль

Пн		2	9	16	23	30
Вт		3	10	17	24	31
Ср		4	11	18	25	
Чт		5	12	19	26	
Пт		6	13	20	27	
Сб		7	14	21	28	
Вс	1	8	15	22	29	

Август

Пн		6	13	20	27	
Вт		7	14	21	28	
Ср	1	8	15	22	29	
Чт	2	9	16	23	30	
Пт	3	10	17	24	31	
Сб	4	11	18	25		
Вс	5	12	19	26		

Сентябрь

Пн		3	10	17	24	
Вт		4	11	18	25	
Ср		5	12	19	26	
Чт		6	13	20	27	
Пт		7	14	21	28	
Сб	1	8	15	22	29	
Вс	2	9	16	23	30	

Октябрь

Пн	1	8	15	22	29	
Вт	2	9	16	23	30	
Ср	3	10	17	24	31	
Чт	4	11	18	25		
Пт	5	12	19	26		
Сб	6	13	20	27		
Вс	7	14	21	28		

Ноябрь

Пн		5	12	19	26	
Вт		6	13	20	27	
Ср		7	14	21	28	
Чт	1	8	15	22	29	
Пт	2	9	16	23	30	
Сб	3	10	17	24		
Вс	4	11	18	25		

Декабрь

Пн		3	10	17	24	31
Вт		4	11	18	25	
Ср		5	12	19	26	
Чт		6	13	20	27	
Пт		7	14	21	28	
Сб	1	8	15	22	29	
Вс	2	9	16	23	30	

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

Астрономическая единица (а.е.) – расстояние от Земли до Солнца ($149.6 \cdot 10^6$ км).
Световой год – расстояние, которое свет проходит за один год ($6.324 \cdot 10^4$ а.е.).
Парсек (пк) – расстояние в 3.262 светового года – 206265 а.е. ($3.086 \cdot 10^{13}$ км).
Зенит (z) – точка на небесной сфере, расположенная над головой наблюдателя.
Небесный экватор – проекция на небесную сферу земного экватора.
Небесный меридиан – большой круг небесной сферы, плоскость которого проходит через отвесную линию и ось мира.
Эклиптика – большой круг на небесной сфере, вдоль которого движется Солнце.
Созвездия – участки звездного неба, которым присвоены собственные имена.
Зодиак – 12 созвездий, через которые проходят Солнце и планеты.
Равноденствие – момент пересечения Солнцем небесного экватора (весеннее – 20-21 марта, осеннее – 22-23 сентября).
Солнцестояние – время нахождения Солнца в наибольшем удалении от небесного экватора (летнее – 21-22 июня, зимнее – 21-22 декабря).
Апогей – наиболее удаленная точка орбиты тела, движущегося вокруг Земли.
Афелий – наиболее удаленная точка орбиты тела, движущегося вокруг Солнца.
Перигей – ближайшая к Земле точка орбиты тела, движущегося вокруг нее.
Перигелий – ближайшая к Солнцу точка орбиты тела, движущегося вокруг него.
Узел – точка пересечения орбиты небесного тела с эклиптикой.
Элонгация (E) – угловое удаление планеты от Солнца (к востоку, к западу).
Квадратура – положение небесного тела при элонгации 90°.
Противостояние – положение небесного тела при элонгации 180°.
Соединение – положение небесного тела при элонгации 0° (различают нижнее и верхнее).
Кульминация – прохождение небесного светила через небесный меридиан.
Эфемерида – расчетное указание времени и места нахождения небесного тела.
Возраст Луны (ВЛ) – возраст Луны в сутках, отсчитываемый от новолуния.
Фаза Луны – величина освещенной части диска (в новолуние 0.0, в полнолуние 1.0).
T_0 – всемирное время (местное солнечное время на нулевом меридиане в Гринвиче).
$T_п$ – поясное время (в Одессе $T_п = T_0+2$ часа), $T_л$ – летнее время ($T_л = T_0+3$ часа).
τ – продолжительность видимости небесного тела в часовой мере.
η – уравнение времени, равное разности среднего и истинного времени.
J.D. – юлианская дата – число суток, прошедших с полудня 01.01.4713 г. до н.э.
S – местное звездное время (рассчитывается на долготу наблюдателя).
S_0 – звездное время в нулевом меридиане (в Гринвиче) в $T_0 = 0$ часов.
λ – географическая долгота места наблюдений (λ_0=30.7° для Одессы).
φ – географическая широта места наблюдений (φ_0=+46.5° для Одессы).
A – азимут, считаемый от точки юга в градусах.
h – высота светила над горизонтом в градусах.
α – прямое восхождение в экваториальной системе координат в часовой мере.
δ – склонение небесного тела в той же системе координат в градусной мере.
d – наблюдаемый с Земли угловой диаметр небесного тела.
r – расстояние небесного тела от Солнца (гелиоцентрическое расстояние в а.е.).
Δ – расстояние небесного тела от Земли (геоцентрическое расстояние в а.е.).
β – фазовый угол между направлениями с небесного тела на Солнце и Землю.
σ – угловое расстояние между центрами Луны и тени Земли.
p – позиционный угол на диске Луны или Солнца в градусах.
m – блеск небесного тела в звездных величинах (U, B, V – в системе UBV).
Sp – спектральный тип небесного тела (обычно относится к звездам).
v – скорость движения небесного тела.

ЯВЛЕНИЯ И СОБЫТИЯ 2018 ГОДА

Тропический год 2018.0 начинается 0 января 2018 года в 11ч24м (0 января 2018 года в 9ч24м по всемирному времени T_0)

Моменты всех явлений в календаре приведены по киевскому времени, действующем на территории Украины. При применении иного времени дано соответствующее указание. Летнее время в Украине вводится 25 марта и отменяется 28 октября 2018 года.

Начало астрономических сезонов года

Весна	Лето	Осень	Зима
20 марта	21 июня	23 сентября	22 декабря
18ч15м	13ч06м	4ч55м	0ч23м

Земля в перигелии – 3 января в 9ч03м, в афелии – 6 июля в 20ч51м
Для середины года (2018.5):
Средний угол наклона эклиптики к экватору Земли $\varepsilon = 23^{o}26'12.8''$
Средняя гелиоцентрическая долгота перигелия орбиты Земли $\pi_{\oplus} = 103.3°$
Средняя долгота восходящего узла орбиты Луны на эклиптике $\Omega = 127.2°$
Средняя долгота перигея орбиты Луны $\pi_{\mathfrak{C}} = 116.1°$

Астрономические явления 2018 года

РЕДКИЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ:
27 июля – великое противостояние Марса.

СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ:
31 января – полное теневое лунное затмение, видно в Украине.
15-16 февраля – частное солнечное затмение, не видно в Украине.
13 июля – частное солнечное затмение, не видно в Украине.
27-28 июля – полное теневое лунное затмение, видно в Украине.
11 августа – частное солнечное затмение, не видно в Украине.

СОЕДИНЕНИЯ ЯРКИХ ПЛАНЕТ:
7 января – Марс-Юпитер, **13 января** – Меркурий-Сатурн, **5 марта** – Меркурий-Венера, **18 марта** – Меркурий-Венера, **2 апреля** – Марс-Сатурн, **30 октября** – Меркурий-Юпитер, **21 декабря** – Меркурий-Юпитер.

ПОЯВЛЕНИЕ КОМЕТ: В 2018 году ожидается прохождение через перигелий 75 комет: 64 короткопериодических (5 – утерянных, 17 – лишь второй раз будут проходить перигелий, 42 – "старых") и 11 долгопериодических. Но только кометы **21P/Джакобини-Циннера** (около 6.6 звездной величины **18 сентября**) и **46P/Виртанена** (**9-19 декабря** – около 4.7 звездной величины) будут видны невооружённым глазом.

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ: Приведены даты максимумов действия потоков (значком * помечены потоки, для которых условия наблюдения максимумов плохие): **Квадрантиды*** – 2-4 января, **Виргиниды** – 5-21 марта, **Лириды** – 22 апреля, **η-Акварииды*** – 5 мая, **Боотиды*** – 27 июня, **α-Каприкорниды*** – 27-29 июля, **δ-Акварииды** (южные) – 27-29 июля, **Персеиды** – 12 августа, **Драконииды** – 8 октября, **Орионииды*** – 22 октября, **Тауриды** – 5 и 12 ноября, **Леониды** – 17 ноября, **Геминиды** – 14 декабря, **Урсиды*** – 22 декабря.

ИСТОРИЯ КАЛЕНДАРЯ: БУДДИЙСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

Буддийский календарь – это лунно-солнечный календарь, в котором месяцы базируются на лунных месяцах, а годы – на солнечных годах. К обычному лунному году из 12-ти месяцев в календарь вставляются добавки – интеркаляции (вставки, см. ОАК-2004), чтобы привести его в соответствие с сидерическим солнечным годом. Буддийская эра (BE – Buddhist Era) считается со времени окончательного ухода Будды в нирвану и опережает григорианское летоисчисление на 543 года. Календарь употребляется в буддистских странах, причем, несмотря на общее происхождение, календари в различных странах имеют различия, такие, как правила интеркаляции, названия и нумерация месяцев, использование циклов и так далее.

Буддизм – древнейшая из мировых религий, которая возникла как философское учение. Он зародился в Древней Индии 2,5 тыс. лет назад, и в течение многих веков получил распространение на территории стран южной и юго-восточной Азии: Камбодже, Лаосе, Мьянме, Шри Ланка, Непале, Таиланде, Монголии, в Тибете, Китае, Японии, в России (Бурятия, Калмыкия, Тува) и в других странах, постепенно преобразовываясь в религию и разделяясь на разные школы и течения. В наши дни – это разноликая религиозно-философская система.

Основоположник буддизма – реальная историческая личность – Сиддхартха Гаутама из рода Шакья. Он родился в небольшой стране на севере Индии в богатой семье военного аристократа, к тому же раджана – члена правящего собрания, в 623 году до н.э. По более поздней традиции отца Сиддхартхи считали раджой, а самого его – принцем (хотя правление в его стране было республиканского типа). Материалов для написания научной биографии Будды не имеется, но есть "традиционное" жизнеописание, составленное на основе нескольких буддийских текстов.

Рос Гаутама в богатой благополучной семье, женился на любимой девушке, у них родился сын. Но однажды он тайно покинул дворец, где жил, не зная реальной жизни. Он увидел страдания людей: мучения больных, безнадежность бедной старости, холодный труп умершего человека и горе его родных. Это потрясло Сиддхартху и он решил искать путь избавления от страданий. Он покинул дом, семью и в 29 лет стал отшельником. В результате долгих раздумий он пришел к выводу, что не существует ничего постоянного, неизменного, а счастье не может быть вечным. В поисках истины Сиддхартха погрузился в состояние полного сосредоточения, медитации, пытаясь найти смысл жизни. После глубоких размышлений ему открылось высшее абсолютное знание, устраняющее причины страдания, и в 35 лет он обрел состояние будды – просветленного, пробужденного. С тех пор его называли Будда Шакьямунья, и он еще 45 лет проповедовал свое учение – Буддхадхарму – Учение просветленного (буддизмом его назвали на Западе в XIX-м веке). Кратко оно может быть названо учением о четырех благородных истинах. Вот они:

Великий Будда из храма Тодайдзи

· существует страдание человека – неудовлетворенность, озабоченность, страх;

· его причина – желание удовольствий и постоянства в жизни;
· существует возможность освобождения от страдания;
· путь к этому освобождению – духовное самосовершенствование и переход в "нирвану" – высшее состояние.

Учение Будды неразрывно связано с так называемым срединным путем, который надо находить в каждой ситуации. Будда не признает ни аскетизма, ни его противоположности – гедонизма, считает ошибочной веру в случайность всех событий, но также кармический детерминизм и фатализм.

В ходе развития буддизма в нем постепенно сложился культ Будды и наставников (просветленных), так что философское течение приобрело черты религии. Хотя в отличие от монотеистических религий (иудаизма, христианства, ислама), в буддизме:
· нет Бога-творца, сотворившего мир (число миров считается бесконечным);
· нет вечной души;
· нет организации типа церкви, а только сообщества последователей;
· нет ересей;
· нет жесткого разделения на верных и неверных.

Главная цель в буддизме – умение помогать живым существам в прекращении их страданий. Большое значение имеет медитация – методы физического и духовного самосовершенствования.

Существует пять основных буддийских заповедей: воздержание от убийства, от воровства, от распутства, лжи и опьянения. Буддисты верят в реинкарнацию, причем неоднократную, что дает возможность самосовершенствования, становясь все лучше и лучше.

Буддийская философия раскрывает принципы бытия – причинно-следственные связи, которые существуют независимо от нашего знания о них. Все усилия направлены на то, чтобы человек жил в этом мире в гармонии с природой, отдельными людьми и человечеством в целом. За каждое совершенное дело – как хорошее, так и плохое – люди несут ответственность. Особенно это относится к праздничным дням, когда влияние поступков увеличивается в 1000 раз. А в дни солнечных затмений все следствия хороших и плохих дел увеличиваются в 10 000 раз, поэтому в эти дни надо совершать только благие поступки. Большими светлейшими праздниками считаются полнолуние и новолуние каждого месяца, а восьмые дни возрастающей и убывающей Луны – малыми светлейшими праздниками.

В календарях все эти дни указываются. В буддийских календарях разных стран имеются различия, в зависимости от школы и направле-

Храм Тодайдзи (8-й век н.э.) в Наре – символ буддизма в Японии, самое крупное деревянное сооружение в мире, памятник ЮНЕСКО.

ний буддизма, преобладающих в стране. В большинстве стран буддийский календарь используется для религиозных целей и праздников, и одновременно используется западный григорианский календарь – для международной торговли и политических целей.

В странах Юго-восточной Азии лунно-солнечные календари базируются на старой версии индийского календаря, который использует звездный год как солнечный. Разница между ними в том, что юго-восточные азиатские системы не производят вычислений для согласования со звездным годом. Они используют странную комбинацию звездных годов из индийского календаря со своей версией Метонова цикла. Но известно, что Метонов цикл хорош для тропических годов, а для звездных он неточен, и календарь стран Юго-восточной Азии медленно дрейфует, примерно на 1 день каждые 100 лет. Никаких реформ по уточнению лунно-солнечного календаря в этих странах пока не предпринято.

Во всех школах буддизма нулевой датой буддийской эпохи считается день, когда Будда ушел в нирвану (Parinirvana). Но не все они соглашаются, когда именно это событие имело место. Так, по бирманской традиции это было 13 мая 544 года до н.э., но в Таиланде – 11 марта 545 года до н.э. (именно эту дату современные тайские лунно-солнечный и солнечный календари используют как начальную эпоху). В Мьянме разница BE и н.э. от 543 до 544 лет, а в Шри Ланке – 544 года.

Таблица 1

Тип дня	Дни	Описание
Новолуние	15	новолуние
Полнолуние	15	полнолуние
Растущие	1 – 15	от новолуния до полнолуния
Убывающие	1 до 14 или 15	от полнолуния до новолуния

В буддийском календаре имеется два типа месяцев: синодический и сидерический. Синодические месяцы используются для составления годов, а 27 лунных сидерических дней, совместно со знаками зодиака, служат для астрологических расчетов. Дни месяца делятся на две части в соответствии с растущей и убывающей Луной. День полнолуния – это 15-й день возрастающей Луны. День новолуния – последний день лунного месяца – это 14-й или 15-й день убывающей Луны. Из-за неточностей календарных систем среднее и истинное новолуние редко совпадают, среднее новолуние зачастую предшествует реальному.

Кинкакудзи – "золотой храм" в Киото (14-й век) – шедевр японской архитектуры.

В календаре используются поочередно месяцы по 29 и 30 дней, так как синодический лунный месяц состоит из 29.5 дней. 12 лунных месяцев по 29 и 30 дней составляют лунный год в 354 дня. А солнечный год состоит из 365.25 дней. Нужны добавки в лунном году. Вычисления приво-

дят к циклу в 57 лет: 11 дополнительных дней добавляются каждые 57 лет и 7 дополнительных месяцев по 30 дней добавляются каждые 19 лет (за 57 лет – 21 месяц). Этот 57-летний цикл интеркаляций приводит к среднему году в 365.2456 дней и среднему месяцу 29.5305 дней. Дополнительный месяц добавляется в високосный год, а если в этот же год добавляется дополнительный день, то год называется большим високосным, в отличие от остальных малых високосных. И здесь тоже проявляется разнообразие буддийских правил: в Индии месяц вставляется в любое время года, когда набирается нужная сумма добавочных дней; в Бирме – после летнего солнцестояния; в некоторых других странах – после весеннего равноденствия.

Таблица 2

Месяц (санскрит)	Бирма	Таиланд	Количество дней в обычном, малом високосном и большом високосном годах	Григорианские месяцы
Caitra	Tagu	Tagu	29/29/29	март-апрель
Vaisakha	Kason	Visakha	30/30/30	апрель-май
Jyaistha	Nayon	Chettha	29/30/29	май-июнь
Asadha	Waso	Sawana	30/30/30	июнь-июль
2-Asadha	"	"	– / – /30	"
Sravana	Wagaung	Sawana	29/29/29	июль-август
Bhadrapada	Tawthalin	Phattrabot	30/30/30	август-сентябрь
Asvina	Thadingyut	Atsawayut	29/29/29	сентябрь-октябрь
Karttika	Tazaungmon	Kattika	30/30/30	октябрь-ноябрь
Margasirsa	Nadaw	Mikkhasira	29/29/29	ноябрь-декабрь
Pausa	Pyatho	Putsa	30/30/30	декабрь-январь
Magha	Tabodwe	Makha	29/29/29	январь-февраль
Phalguna	Tabaung	Phakkhun	30/30/30	февраль-март

Таким образом, обычный год имеет 354 дня, малый високосный год – 384 и большой високосный – 385 дней. Отметим, что в Камбодже, Лаосе и Таиланде лунные календари используют разные методы для вставления дополнительного дня. Вместо того, чтобы добавлять его в високосный год, как это делается в бирманской системе, в Таиланде добавляют его в обычный год. Поэтому, в Таиланде малый високосный год имеет 355 дней, а большой – 384 дня. В большинстве календарных систем месяцы имеют не только имена, но и номера. Но в некоторых региональных системах месяцы обозначаются только номе-

Сад камней Дзэн при храме Реандзи (1450 г.) в Киото – исторический памятник ЮНЕСКО

рами, причем в разных системах разными из-за неодинаковых дат начала года. Исследователи старинных текстов и надписей должны проявлять постоянную бдительность при оценке времени в этих документах.

Поскольку буддийский календарь старается придерживаться соответствия с солнечным годом, новый год припадает на определенное время, когда Солнце входит в созвездие Овна. В настоящее время эта дата приходится на 17 апреля, в XVII-м веке она приходилась на 9-10 апреля, в XX-м – на 15-16 апреля, а, например, в 638 году н.э. – это было 22 марта (поблизости от точки весеннего равноденствия).

Камбоджийская и тайская календарные системы дают имена животных годам 12-летнего цикла. Это известные – Крыса, Бык, Тигр, Кролик, Дракон, Змея, Лошадь, Коза, Обезьяна, Петух, Собака, Свинья.

Помимо разделения на 12 частей солнечного зодиака, индийские и китайские астрономы с давних пор стали выделять лунный зодиак. Эти 28 созвездий, или "Дворцов Луны", расположены по обеим сторонам эклиптики. Наряду с применением лунного зодиака для астрономических расчетов (например, определение по Луне положения Солнца), путь Луны и ее положение на небе используется астрологами для составления гороскопов. Астрология и другие способы предсказания событий широко распространены в странах Юго-восточной Азии. Составляются "календари" благоприятных и неблагоприятных дней для различных видов деятельности. В настоящее время лунно-солнечный календарь применяется в основном для отмечания важных буддийских праздников, многие из этих праздников приходятся на полнолуние. Некоторые из них являются государственными. Большими праздниками являются Буддийские фестивали Тхеравады – старейшей школы буддизма.

Буддизм – это часть мировой культуры. Без его понимания невозможно понять великую культуру стран Востока – Индии, Китая, Японии и других, пронизанную духом буддизма. Величественные храмы и другие сооружения, прекрасные скульптуры, картины и особенно великолепные сады, предназначенные для медитаций. Особенно сады дзэн-буддизма широко распространены в Японии. В XIX-м, XX-м веках на Западе возник интерес к учению Будды. Многие известные авторы в своих произведениях писали о буддизме. Можно вспомнить произведения Германа Гессе "Сиддхартха", Ивана Ефремова "Лезвие бритвы", Юкио Мисимы "Золотой храм", Виктора Пелевина "Чапаев и Пустота", Бориса Акунина "Алмазная Колесница".

Вот как описывает замечательный писатель Борис Акунин различные направления буддизма в романе "Алмазная Колесница": " В буддизме существуют две основные ветви, так называемые Колесницы. Каждый, кто желает Освобождения и Света, может выбрать, на какую из них ему садиться. Малая Колесница мчится по дороге, что ведет к спасению только твоей собственной души. Большая Колесница – для того, кто хочет спасти все человечество." Есть и третья – Алмазная Колесница – "совершенно особое ответвление буддизма, весьма запутанное и изобилующее тайнами. В соответствии с этим учением человек может достичь Просветления и стать Буддой еще при жизни, но для этого требуется особенная твердость в вере".

Некоторые знаменитые ученые считали, что буддизм близок к миру науки. Так, Бертран Рассел отмечал, что буддизм опирается на научный метод. А Альберт Эйнштейн называл буддизм "самой наукообразной религией". Действительно, своим стремлением к познанию законов природы и жизнедеятельности, а также принципом перемещения жизни в новую ипостась, он напоми-

нает ученым закон о сохранении вещества или изменении его агрегатного состояния. Среди буддийских священных текстов имеется много трактатов и комментариев научного содержания/ Духовный лидер тибетского народа Далай-лама 14-й, рассматривая взаимоотношение науки и буддизма, сказал, что если какой-либо подтвержденный научными исследованиями факт будет противоречить буддийской теории, то "нет сомнений в том, что в таком случае мы должны принять результаты научного исследования".

Ниже приведены даты буддистских праздников 2018 года согласно гражданскому календарю.

02 января (вт)	Махаянский Новый год
14 февраля (ср)	Ритуал очищения (Дугжууба)
15 февраля (чт)	День ухода в Нирвану будды Шакьямуни (Паринирвана)
16 февраля (пт)	Тибетский Новый год (Лосар)
16 февраля (пт)	Буддийский Новый год (Сагаалган)
16 февраля (пт)	15 чудес Будды (Монлам Чхенмо)
02 марта (пт)	День Сангхи (Духовная община)
02 марта (пт)	Макха Буча
02 марта (пт)	Чотрул Дючен
31 марта (сб)	День рождения Бодхисаттвы Авалокитешвары
13 апреля (пт)	Тайский Новый год (Сонгкран)
30 апреля (пн)	Тхеравадинский Новый год
30 апреля (пн)	Праздник Калачакры (Дуйнхор-хурал)
04 мая (пт)	День пахоты (Раек На)
22 мая (вт)	День рождения Будды
29 мая (вт)	День рождения, просветления и ухода в Нирвану Будды (Весак)
28 июня (чт)	Посон
28 июня (чт)	День очищения (Дзамлинг Чизанг)
06 июля (пт)	День рождения Далай-ламы
16 июля (пн)	Круговращение Майтреи (Майдари-Хурал)
22 июля (вс)	День рождения Гуру Ринпоче (Падмасамбхавы)
28 июля (сб)	Васса
28 июля (сб)	Дни памяти Архатов (Найдани-Хурал)
28 июля (сб)	День Дхармы (Асала)
26 августа (вс)	Фестиваль голодных духов
26 августа (вс)	День поминовения усопших (Уламбана)
26 августа (вс)	Праздник Зуба Будды (Асола Перахара)
24 октября (ср)	Катина
24 октября (ср)	Паварана
30 октября (вт)	Нисхождение Будды на Землю (Лхабаб Дуйсэн)
17 ноября (сб)	Шествие слонов
23 ноября (пт)	День Защитников Учения (Балдан Лхамо)
23 ноября (пт)	Лой Кратхонг
23 ноября (пт)	Праздник Анапанасати
02 декабря (вс)	Праздник тысячи лампад (Зула Хурал)

(Сведения о датах буддистских праздников взяты из Википедии).

ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА И ЛУНЫ. СУМЕРКИ

Эфемериды Солнца

Эфемериды Солнца составлены по месяцам и приводятся для 0ч земного времени каждой даты месяца (стр. 16–38). В первом столбце эфемерид Солнца приведены календарные даты, а во втором – юлианские дни (J.D.), соответствующие этим календарным датам. Началом очередного юлианского дня считается средний гринвичский полдень (T_0 = 12ч).

В следующих четырех столбцах даются моменты восхода $t_в$, верхней кульминации $t_к$ и захода $t_з$ Солнца по киевскому времени, а также астрономические азимуты A точек восхода и захода для пункта с географической широтой $\varphi = +46^{o}29'$ и географической долготой $\lambda = +30^{o}45'$ (для г. Одессы). Азимуты отсчитываются от точки юга и считаются отрицательными к востоку (азимуты восхода) и положительными к западу (азимуты захода). Истинный полдень в данном географическом пункте наступает в момент верхней кульминации Солнца $t_к$.

В последующих столбцах приведены: видимые геоцентрические экваториальные координаты (прямое восхождение α и склонение δ) Солнца, отнесенные к среднему равноденствию даты, уравнение времени η, гринвичское звездное время S_0 и видимый диаметр Солнца d. Все эти величины даются для момента 0ч земного времени.

Земное время – Terrestrial Time (TT) – современный астрономический стандарт, разработанный МАС для определения времени наблюдений, сделанных с поверхности Земли. Оно отличается от шкалы времени, используемого для повседневного применения (UTC). Единица времени TT – секунды в системе СИ, основанные на стандарте цезиевых атомных часов. С миллисекундной точностью TT идет параллельно атомной шкале времени (TAI): TT = TAI + 32.184 сек.

Внизу каждого месячного листа эфемерид Солнца приводятся краткие сведения о видимости планет, ярких звезд и об астрономических явлениях. Знак (!) означает хорошую видимость планеты или явления, а знак (?) – неудовлетворительную видимость.

Эфемериды Луны

В ежемесячных эфемеридах Луны (стр. 17–39) приведены сведения, аналогичные сведениям о Солнце, а в последнем столбце – фаза Луны, выраженная в долях диаметра лунного диска. При новолунии фаза равна 0.00, при полнолунии – 1.00. Фазы 0.50 относятся к первой и последней четверти Луны.

Отдельно даются астрономические азимуты $A_в$ точек восхода Луны и азимуты $A_з$ точек ее захода для Одессы.

Интервалы времени между двумя последовательными восходами, верхними кульминациями и заходами Луны больше 24 часов. Поэтому в некоторые календарные даты какое-либо из этих явлений в Одессе не происходит, и в эфемериде Луны моменты явлений для этих дат не приводятся.

Геоцентрические экваториальные координаты Луны (прямое восхождение α и склонение δ) и ее видимый геоцентрический диаметр d, приведенные в эфемеридах, не совпадают с экваториальными координатами, видимыми в данной точке поверхности Земли (топоцентрическими координатами α' и δ'), и видимым топоцентрическим диаметром d' вследствие близости Луны к Земле. Различие между геоцентрическими координатами Луны и ее топоцентрическими координатами может достигать 1°, а различие между геоцентрическим и топоцентрическим видимыми диаметрами – 0.6'. Для данной точки земной поверхности топоцентрические координаты Луны и ее видимый топоцентрический диаметр могут быть найдены с точностью, достаточной для любительских наблюдений, по следующим формулам:

$$\alpha' = \alpha - p_0 \frac{\cos\varphi \sin t}{\cos\delta}, \qquad \delta' = \delta - p_0(\sin\varphi\cos\delta - \cos\varphi\sin\delta\cos t),$$

$$d' = \frac{d}{1 - \sin p_0 (\sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos t)},$$

где φ – географическая широта места наблюдения, p_0 – горизонтальный экваториальный параллакс Луны, который можно найти из формулы $\sin p_0 = 3.67 \sin\frac{d}{2}$, t – часовой угол Луны, который можно вычислить по формуле $t = S - \alpha$.

Внизу каждого месячного листа эфемерид Луны приводятся краткие сведения о моментах фаз Луны, о моментах прохождения Луной основных точек орбиты и о геоцентрических соединениях Луны с планетами.

Начало и окончание сумерек

Таблица сумерек (стр. 40-45) содержит ежедневные сведения о моментах по киевскому времени начала и конца гражданских, навигационных и астрономических сумерек для Одессы. Моменты начала относятся к утренним сумеркам, а моменты конца – к вечерним. Время в таблицах дано с учетом переходов от зимнего времени к летнему и обратно.

Гражданские сумерки: утренние заканчиваются моментом восхода Солнца, а вечерние начинаются с момента захода Солнца. Во время гражданских сумерек Солнце находится под горизонтом, но естественное освещение от неба настолько интенсивно, что на открытом месте можно выполнять любые работы, в том числе читать и писать, без искусственного освещения. В начале утренних гражданских сумерек исчезают, а в конце вечерних появляются на небе самые яркие звезды. Во время гражданских сумерек погружение центра Солнца под горизонт не превышает 6°.

Навигационные сумерки: утренние заканчиваются моментом начала гражданских сумерек, а вечерние начинаются с момента окончания гражданских сумерек. Во время навигационных сумерек предметы на местности видны очень слабо вследствие недостаточной освещенности, но морской горизонт виден, и при плавании судна вблизи берега можно ориентироваться по береговым предметам. Видны навигационные звезды (ярче $+3^m$), распознаются контуры созвездий. Погружение центра диска Солнца под горизонт составляет от 6° до 12°.

Астрономические сумерки: утренние заканчиваются моментом начала навигационных сумерек, а вечерние начинаются с момента окончания навигационных сумерек. Во время астрономических сумерек у земной поверхности совсем темно, но небо едва заметно светится, что препятствует астрономическим наблюдениям слабых светил. Моменты начала утренних астрономических сумерек и конца вечерних астрономических сумерек соответствуют полной темноте. Погружение центра диска Солнца под горизонт составляет от 12° до 18°.

После окончания вечерних астрономических сумерек и до начала утренних астрономических сумерек, при отсутствии Луны и при ясном небе хорошо видны звезды до 6 звездной величины, Млечный Путь и другие слабые светила. Это ночное время, которое является наиболее благоприятным для проведения астрономических наблюдений.

Моменты начала и конца сумерек, приведенные в таблице, имеют лишь ориентировочное значение, так как освещенность и видимость окружающей местности зависят не только от угла погружения Солнца под горизонт, но еще от погоды и состояния атмосферы, а также от свойств самой местности.

СОЛНЦЕ. Январь 2018.

Дата J.D. 2458	Для Одессы					В 0ч земного времени				
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	A	α	δ	η	$S_☉$	d
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′ ″	м с	ч м с	′
1	119.5	7 41	12 0	16 20	56	18 45 42.7	-23 01 09	+3 19	6 42 24	32.5
2	120.5	7 41	12 1	16 21	57	18 50 07.4	-22 56 06	+3 47	6 46 20	32.5
3	121.5	7 41	12 1	16 22	57	18 54 31.7	-22 50 36	+4 15	6 50 17	32.5
4	122.5	7 41	12 2	16 23	57	18 58 55.7	-22 44 38	+4 42	6 54 13	32.5
5	123.5	7 40	12 2	16 24	57	19 03 19.3	-22 38 14	+5 09	6 58 10	32.5
6	124.5	7 40	12 3	16 25	57	19 07 42.5	-22 31 22	+5 36	7 02 07	32.5
7	125.5	7 40	12 3	16 26	57	19 12 05.2	-22 24 04	+6 02	7 06 03	32.5
8	126.5	7 40	12 4	16 27	58	19 16 27.5	-22 16 20	+6 28	7 10 00	32.5
9	127.5	7 39	12 4	16 28	58	19 20 49.3	-22 08 09	+6 53	7 13 56	32.5
10	128.5	7 39	12 4	16 30	58	19 25 10.5	-21 59 32	+7 18	7 17 53	32.5
11	129.5	7 39	12 5	16 31	58	19 29 31.3	-21 50 29	+7 42	7 21 49	32.5
12	130.5	7 38	12 5	16 32	59	19 33 51.4	-21 41 01	+8 06	7 25 46	32.5
13	131.5	7 38	12 6	16 33	59	19 38 11.0	-21 31 07	+8 29	7 29 42	32.5
14	132.5	7 37	12 6	16 35	59	19 42 30.0	-21 20 49	+8 51	7 33 39	32.5
15	133.5	7 37	12 6	16 36	59	19 46 48.3	-21 10 05	+9 13	7 37 36	32.5
16	134.5	7 36	12 7	16 37	60	19 51 06.0	-20 58 58	+9 34	7 41 32	32.5
17	135.5	7 35	12 7	16 39	60	19 55 23.0	-20 47 26	+9 54	7 45 29	32.5
18	136.5	7 35	12 7	16 40	60	19 59 39.3	-20 35 31	+10 14	7 49 25	32.5
19	137.5	7 34	12 8	16 41	61	20 03 54.9	-20 23 12	+10 33	7 53 22	32.5
20	138.5	7 33	12 8	16 43	61	20 08 09.7	-20 10 31	+10 51	7 57 18	32.5
21	139.5	7 32	12 8	16 44	61	20 12 23.8	-19 57 26	+11 09	8 01 15	32.5
22	140.5	7 32	12 8	16 45	62	20 16 37.1	-19 43 59	+11 26	8 05 11	32.5
23	141.5	7 31	12 9	16 47	62	20 20 49.6	-19 30 11	+11 42	8 09 08	32.5
24	142.5	7 30	12 9	16 48	62	20 25 01.4	-19 16 00	+11 57	8 13 05	32.5
25	143.5	7 29	12 9	16 50	63	20 29 12.3	-19 01 28	+12 11	8 17 01	32.5
26	144.5	7 28	12 9	16 51	63	20 33 22.4	-18 46 36	+12 25	8 20 58	32.5
27	145.5	7 27	12 10	16 53	64	20 37 31.7	-18 31 23	+12 37	8 24 54	32.5
28	146.5	7 26	12 10	16 54	64	20 41 40.2	-18 15 50	+12 49	8 28 51	32.5
29	147.5	7 25	12 10	16 56	64	20 45 47.8	-17 59 57	+13 00	8 32 47	32.5
30	148.5	7 23	12 10	16 57	65	20 49 54.7	-17 43 44	+13 11	8 36 44	32.5
31	149.5	7 22	12 10	16 59	65	20 54 00.7	-17 27 13	+13 20	8 40 40	32.5

Планеты: Меркурий (утр.!), Марс (утр.), Юпитер (утр.), Сатурн (утр.?), Уран (веч.!), Нептун (веч.?).

Яркие звезды: вечером – Вега, Денеб, Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс; утром – Капелла, Кастор, Процион, Поллукс, Регул, Спика, Арктур, Антарес, Вега, Денеб.

3 января 9ч03м – Земля в перигелии.
1 янв. Меркурий в наибольшей западной элонгации 23°.
7 янв. Марс проходит в 0.2° от планеты Юпитер.
9 янв. Венера в верхнем соединении.
13 янв. Меркурий проходит в 0.6° от планеты Сатурн.
14 янв. Уран в квадратуре.

Астероиды: Флора, Парфенопа, Церера.

Кометы: C/2016 M1 (ПАНСТАРРС).

20 января в 1 час Солнце из созвездия Стрельца переходит в созвездие Козерога.

ЛУНА. Январь 2018.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	15 59	23 48	6 30	119	119	5 37 57	+19 19.1	33.4	0.98
2	17 04	-	7 37	119	120	6 42 55	+20 03.4	33.5	1.00
3	18 15	0 51	8 34	117	118	7 47 49	+19 19.1	33.4	0.99
4	19 30	1 53	9 22	112	114	8 50 48	+17 12.7	33.1	0.95
5	20 44	2 51	10 01	106	109	9 50 37	+14 00.6	32.7	0.88
6	21 56	3 45	10 35	99	102	10 46 53	+10 03.3	32.2	0.80
7	23 05	4 36	11 04	92	96	11 39 52	+5 41.2	31.7	0.70
8	-	5 23	11 32	-	89	12 30 15	+1 11.1	31.1	0.60
9	0 11	6 09	11 58	86	83	13 18 51	-3 13.7	30.7	0.49
10	1 15	6 54	12 25	79	77	14 06 29	-7 22.8	30.3	0.39
11	2 18	7 39	12 53	74	71	14 53 51	-11 07.8	29.9	0.30
12	3 19	8 24	13 24	69	67	15 41 31	-14 21.3	29.7	0.22
13	4 18	9 10	13 59	65	63	16 29 52	-16 56.7	29.5	0.14
14	5 14	9 57	14 38	62	61	17 19 02	-18 48.0	29.4	0.08
15	6 06	10 45	15 23	60	60	18 08 56	-19 50.3	29.4	0.04
16	6 54	11 33	16 13	60	61	18 59 16	-20 00.3	29.4	0.01
17	7 37	12 21	17 07	62	63	19 49 38	-19 17.1	29.5	0.00
18	8 15	13 08	18 06	65	66	20 39 37	-17 42.3	29.6	0.01
19	8 49	13 54	19 06	69	71	21 28 55	-15 19.9	29.8	0.03
20	9 19	14 40	20 09	73	76	22 17 28	-12 16.2	30.0	0.08
21	9 47	15 25	21 12	79	82	23 05 23	-8 38.4	30.2	0.14
22	10 13	16 40	22 17	85	89	23 53 05	-4 35.1	30.5	0.21
23	10 40	16 57	23 24	92	95	0 41 07	-0 15.4	30.8	0.30
24	11 07	17 44	-	98	-	1 30 10	+4 10.7	31.2	0.40
25	11 37	18 34	0 32	105	102	2 21 01	+8 31.3	31.6	0.51
26	12 12	19 28	1 43	111	108	3 14 26	+12 32.8	32.0	0.62
27	12 52	20 25	2 55	115	114	4 10 58	+15 58.6	32.5	0.73
28	13 41	21 26	4 06	119	118	5 10 45	+18 30.6	32.8	0.82
29	14 40	22 28	5 14	120	119	6 13 15	+19 51.8	33.1	0.90
30	15 47	23 31	6 15	118	119	7 17 13	+19 50.1	33.3	0.96
31	17 00	-	7 08	115	116	8 20 56	+18 23.2	33.3	1.00

2 янв. 4ч25м - полнолуние (суперлуние - полнолуние вблизи перигея)
9 0ч26м - посл. четв.
17 4ч18м - новолуние
25 0ч20м - перв. четв.
31 15ч27м - полнолуние (голубая Луна - второе полнолуние в одном календарном месяце)
1 янв. 23ч48м - перигей 356566 км - минимум за год!
15 янв. 4ч10м - апогей 406461 км - максимум за год!
30 янв. 11ч54м - перигей 358995 км

Луна проходит вблизи

	на угловом расстоянии			
Юпитера	11 янв.	в	8ч 7м	3.5°
Марса	11	в	13ч 24м	3.7°
Сатурна	15	в	2ч 47м	2.1°
Меркурия	15	в	8ч 37м	2.6°
Венеры	17	в	8ч 28м	1.7°
Нептуна	20	в	22ч 41м	2.0°
Урана	24	в	3ч 40м	5.3°

СОЛНЦЕ. Февраль 2018.

Дата J.D. 2458	Для Одессы						В 0ч земного времени											
	$t_в$		$t_к$		$t_з$		A	α			δ			η		$S_☉$		d
	ч	м	ч	м	ч	м	°	ч	м	с	°	′	″	м	с	ч	м	с	′
1	150.5	7 21	12	11	17	0	66	20	58	05.8	-17	10	24	+13	29	8	44	37	32.5
2	151.5	7 20	12	11	17	2	66	21	02	10.2	-16	53	16	+13	37	8	48	34	32.5
3	152.5	7 19	12	11	17	3	66	21	06	13.7	-16	35	50	+13	44	8	52	30	32.5
4	153.5	7 17	12	11	17	5	67	21	10	16.5	-16	18	07	+13	50	8	56	27	32.4
5	154.5	7 16	12	11	17	6	67	21	14	18.4	-16	00	08	+13	55	9	00	23	32.4
6	155.5	7 15	12	11	17	8	68	21	18	19.6	-15	41	51	+14	00	9	04	20	32.4
7	156.5	7 13	12	11	17	9	68	21	22	20.0	-15	23	18	+14	04	9	08	16	32.4
8	157.5	7 12	12	11	17	11	69	21	26	19.6	-15	04	30	+14	07	9	12	13	32.4
9	158.5	7 10	12	11	17	12	69	21	30	18.4	-14	45	26	+14	09	9	16	09	32.4
10	159.5	7 9	12	11	17	14	70	21	34	16.5	-14	26	07	+14	10	9	20	06	32.4
11	160.5	7 7	12	11	17	15	70	21	38	13.8	-14	06	34	+14	11	9	24	03	32.4
12	161.5	7 6	12	11	17	17	71	21	42	10.3	-13	46	47	+14	11	9	27	59	32.4
13	162.5	7 4	12	11	17	18	71	21	46	06.1	-13	26	46	+14	10	9	31	56	32.4
14	163.5	7 3	12	11	17	20	72	21	50	01.2	-13	06	32	+14	09	9	35	52	32.4
15	164.5	7 1	12	11	17	21	72	21	53	55.5	-12	46	05	+14	07	9	39	49	32.4
16	165.5	7 00	12	11	17	23	73	21	57	49.1	-12	25	25	+14	04	9	43	45	32.4
17	166.5	6 58	12	11	17	24	73	22	01	42.0	-12	04	34	+14	00	9	47	42	32.4
18	167.5	6 56	12	11	17	26	74	22	05	34.2	-11	43	31	+13	56	9	51	38	32.4
19	168.5	6 55	12	11	17	27	74	22	09	25.7	-11	22	17	+13	51	9	55	35	32.4
20	169.5	6 53	12	11	17	29	75	22	13	16.5	-11	00	52	+13	45	9	59	32	32.4
21	170.5	6 51	12	11	17	30	75	22	17	06.6	-10	39	17	+13	38	10	03	28	32.3
22	171.5	6 50	12	11	17	32	76	22	20	56.0	-10	17	32	+13	31	10	07	25	32.3
23	172.5	6 48	12	10	17	33	76	22	24	44.9	-9	55	38	+13	24	10	11	21	32.3
24	173.5	6 46	12	10	17	35	77	22	28	33.0	-9	33	35	+13	15	10	15	18	32.3
25	174.5	6 44	12	10	17	36	78	22	32	20.6	-9	11	23	+13	06	10	19	14	32.3
26	175.5	6 43	12	10	17	37	78	22	36	07.6	-8	49	03	+12	57	10	23	11	32.3
27	176.5	6 41	12	10	17	39	79	22	39	54.0	-8	26	35	+12	46	10	27	07	32.3
28	177.5	6 39	12	10	17	40	79	22	43	39.8	-8	04	00	+12	36	10	31	04	32.3

Планеты: Венера (в кон. мес. утр.?), Марс (утр.), Юпитер (утр.!), Сатурн (утр.?), Уран (веч.), Нептун (в нач. мес. веч.?).

Яркие звезды: вечером – Денеб, Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс, Регул; утром – Капелла, Кастор, Поллукс, Регул, Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб.

11 фев. Юпитер в квадратуре.

17 фев. Меркурий в верхнем соединении.

21 фев. Венера проходит в 0.6° от планеты Нептун.

25 фев. Меркурий проходит в 0.5° от планеты Нептун.

Астероиды: Фортуна, Немауса.

Кометы: C/2016 M1 (ПАНСТАРРС).

16 февраля в 11 часов Солнце переходит в созвездие Водолея.

ЛУНА. Февраль 2018.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	18 16	0 31	7 52	109	112	9 22 48	+15 40.0	33.1	1.00
2	19 31	1 29	8 30	103	106	10 21 49	+11 57.9	32.7	0.97
3	20 44	2 23	9 02	96	99	11 17 42	+7 38.2	32.3	0.92
4	21 54	3 13	9 32	89	92	12 10 44	+3 01.2	31.8	0.85
5	23 01	4 02	9 59	82	85	13 01 32	-1 35.7	31.3	0.76
6	-	4 48	10 27	-	79	13 50 51	-5 58.9	30.8	0.67
7	0 06	5 34	10 55	76	73	14 39 21	-9 58.2	30.4	0.57
8	1 09	6 20	11 25	70	68	15 27 40	-13 25.6	30.0	0.47
9	2 09	7 06	11 59	66	64	16 16 14	-16 14.5	29.7	0.37
10	3 07	7 53	12 36	63	62	17 05 21	-18 19.6	29.6	0.28
11	4 01	8 40	13 19	61	60	17 55 04	-19 36.4	29.5	0.20
12	4 50	9 28	14 07	60	60	18 45 15	-20 01.6	29.5	0.13
13	5 35	10 16	15 00	61	62	19 35 38	-19 33.5	29.5	0.08
14	6 15	11 04	15 57	63	65	20 25 51	-18 12.8	29.6	0.03
15	6 50	11 51	16 58	67	69	21 15 38	-16 02.4	29.8	0.01
16	7 22	12 38	18 00	72	74	22 04 49	-13 07.4	30.0	0.00
17	7 51	13 23	19 05	77	80	22 53 25	-9 35.3	30.2	0.01
18	8 18	14 09	20 10	83	87	23 41 39	-5 34.6	30.5	0.05
19	8 44	14 55	21 16	90	93	0 29 57	-1 15.5	30.7	0.10
20	9 11	15 42	22 24	96	100	1 18 50	+3 11.2	31.0	0.17
21	9 40	16 31	23 33	103	106	2 08 58	+7 33.3	31.3	0.25
22	10 12	17 22	-	109	-	3 00 59	+11 37.6	31.6	0.35
23	10 49	10 49	0 43	114	112	3 55 24	+15 09.5	31.9	0.46
24	11 33	19 14	1 52	118	116	4 52 30	+17 53.7	32.2	0.58
25	12 25	20 13	2 59	120	119	5 52 06	+19 35.3	32.5	0.69
26	13 27	21 13	4 01	119	120	6 53 28	+20 02.4	32.7	0.79
27	14 35	22 13	4 56	117	118	7 55 24	+19 09.3	32.8	0.88
28	15 49	23 11	5 43	112	114	8 56 34	+16 58.9	32.8	0.94

7 фев. 17ч 55м - посл. четв.
15 23ч 06м - новолуние
23 10ч 09м - перв. четв.
11 16ч 16м - апогей 405701 км
27 16ч 39м - перигей 363938 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии		
Юпитера	7 фев.	в 20ч 53м	3.9°
Марса	9	в 7ч 14м	3.6°
Сатурна	11	в 17ч 29м	2.0°
Меркурия	15	в 21ч 48м	0.7°
Венеры	16	в 19ч 32м	1.0°
Нептуна	17	в 4ч 18м	2.4°
Урана	20	в 8ч 49м	5.6°

СОЛНЦЕ. Март 2018.

Дата	J.D. 2458	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м	$t_з$ ч м	A °	В 0ч земного времени α ч м с	δ ° ′ ″	η м с	S_O ч м с	d ′
1	178.5	6 37	12 9	17 42	80	22 47 25.0	-7 41 18	+12 24	10 35 01	32.3
2	179.5	6 35	12 9	17 43	80	22 51 09.8	-7 18 29	+12 13	10 38 57	32.3
3	180.5	6 33	12 9	17 45	81	22 54 54.1	-6 55 34	+12 00	10 42 54	32.3
4	181.5	6 32	12 9	17 46	81	22 58 37.9	-6 32 33	+11 48	10 46 50	32.3
5	182.5	6 30	12 9	17 48	82	23 02 21.2	-6 09 27	+11 34	10 50 47	32.3
6	183.5	6 28	12 8	17 49	83	23 06 04.1	-5 46 15	+11 21	10 54 43	32.2
7	184.5	6 26	12 8	17 50	83	23 09 46.6	-5 22 59	+11 07	10 58 40	32.2
8	185.5	6 24	12 8	17 52	84	23 13 28.8	-4 59 38	+10 52	11 02 36	32.2
9	186.5	6 22	12 8	17 53	84	23 17 10.5	-4 36 13	+10 38	11 06 33	32.2
10	187.5	6 20	12 7	17 55	85	23 20 52.0	-4 12 45	+10 22	11 10 30	32.2
11	188.5	6 18	12 7	17 56	85	23 24 33.1	-3 49 13	+10 07	11 14 26	32.2
12	189.5	6 16	12 7	17 57	86	23 28 13.9	-3 25 39	+9 51	11 18 23	32.2
13	190.5	6 14	12 7	17 59	86	23 31 54.4	-3 02 02	+9 35	11 22 19	32.2
14	191.5	6 13	12 6	18 0	87	23 35 34.7	-2 38 23	+9 19	11 26 16	32.2
15	192.5	6 11	12 6	18 2	88	23 39 14.7	-2 14 42	+9 02	11 30 12	32.2
16	193.5	6 9	12 6	18 3	88	23 42 54.5	-1 51 00	+8 46	11 34 09	32.2
17	194.5	6 7	12 6	18 4	89	23 46 34.0	-1 27 17	+8 29	11 38 05	32.1
18	195.5	6 5	12 5	18 6	89	23 50 13.4	-1 03 33	+8 11	11 42 02	32.1
19	196.5	6 3	12 5	18 7	90	23 53 52.5	-0 39 49	+7 54	11 45 59	32.1
20	197.5	6 1	12 5	18 8	91	23 57 31.6	-0 16 06	+7 36	11 49 55	32.1
21	198.5	5 59	12 4	18 10	91	0 01 10.4	+0 07 37	+7 19	11 53 52	32.1
22	199.5	5 57	12 4	18 11	92	0 04 49.2	+0 31 19	+7 01	11 57 48	32.1
23	200.5	5 55	12 4	18 13	92	0 08 27.8	+0 55 00	+6 43	12 01 45	32.1
24	201.5	5 53	12 3	18 14	93	0 12 06.4	+1 18 39	+6 25	12 05 41	32.1
25	202.5	6 51	13 3	19 15	93	0 15 44.8	+1 42 16	+6 07	12 09 38	32.1
26	203.5	6 49	13 3	19 17	94	0 19 23.3	+2 05 51	+5 49	12 13 34	32.1
27	204.5	6 47	13 3	19 18	95	0 23 01.6	+2 29 23	+5 31	12 17 31	32.1
28	205.5	6 45	13 2	19 19	95	0 26 40.0	+2 52 51	+5 12	12 21 28	32.1
29	206.5	6 43	13 2	19 21	96	0 30 18.4	+3 16 16	+4 54	12 25 24	32.0
30	207.5	6 41	13 2	19 22	96	0 33 56.8	+3 39 37	+4 36	12 29 21	32.0
31	208.5	6 39	13 1	19 23	97	0 37 35.3	+4 02 54	+4 18	12 33 17	32.0

Планеты: Меркурий (веч.!), Венера (веч.?), Марс (утр.), Юпитер (!), Сатурн (утр.), Уран (веч.?).

Яркие звезды: вечером – Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс, Регул, Арктур; утром – Регул, Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб.

20 марта 18ч15м – весеннее равноденствие.

25 марта 03ч00м – переход на летнее время.

3 марта Меркурий проходит в 1.4° от планеты Венеры.

4 марта Нептун в соединении.

15 марта Меркурий в наибольшей восточной элонгации 18°.

24 марта Марс в квадратуре.

29 марта Венера проходит в 0.1° от планеты Уран.

29 марта Сатурн в квадратуре.

Астероиды: Мельпомена.

Кометы: C/2016 M1 (ПАНСТАРРС).

12 марта в 10 часов Солнце переходит в созвездие Рыб.

ЛУНА. Март 2018.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	17 04	-	6 23	106	109	9 55 55	+13 42.5	32.7	0.99
2	18 18	0 06	6 57	99	103	10 52 53	+9 37.4	32.5	1.00
3	19 31	0 59	7 28	92	96	11 47 26	+5 03.2	32.1	0.99
4	20 41	1 49	7 57	85	89	12 39 54	+0 19.3	31.7	0.95
5	21 49	2 38	8 25	78	82	13 30 49	-4 17.7	31.3	0.89
6	22 54	3 25	8 54	72	76	14 20 45	-8 34.4	30.8	0.82
7	23 57	4 12	9 24	67	70	15 10 14	-12 20.2	30.4	0.73
8	-	4 59	9 56	-	66	15 59 41	-15 27.3	30.1	0.64
9	0 57	5 47	10 33	64	62	16 49 20	-17 49.8	29.8	0.55
10	1 53	6 34	11 14	61	60	17 39 20	-19 23.2	29.6	0.45
11	2 44	7 22	12 00	60	60	18 29 35	-20 04.6	29.5	0.36
12	3 31	8 10	12 51	60	61	19 19 56	-19 52.7	29.5	0.27
13	4 13	8 58	13 47	62	63	20 10 08	-18 47.6	29.6	0.19
14	4 49	9 45	14 46	65	67	21 00 01	-16 51.5	29.8	0.12
15	5 22	10 32	15 48	70	72	21 49 27	-14 08.4	30.0	0.07
16	5 52	11 18	16 53	75	78	22 38 28	-10 44.5	30.3	0.03
17	6 20	12 05	17 58	81	84	23 27 15	-6 47.5	30.6	0.00
18	6 47	12 51	19 06	88	91	0 16 10	-2 27.2	30.9	0.00
19	7 14	13 39	20 14	94	98	1 05 40	+2 04.8	31.2	0.02
20	7 43	14 28	21 24	101	105	1 56 17	+6 35.5	31.4	0.07
21	8 14	15 19	22 35	107	111	2 48 31	+10 50.3	31.7	0.13
22	8 49	16 13	23 45	113	115	3 42 49	+14 34.0	31.9	0.22
23	9 31	17 08	-	117	-	4 39 20	+17 31.0	32.1	0.32
24	10 20	18 06	0 52	119	119	5 37 53	+19 27.3	32.2	0.43
25	12 17	20 05	1 55	120	120	6 37 50	+20 12.3	32.3	0.54
26	13 21	21 03	3 51	118	119	7 38 13	+19 40.5	32.4	0.65
27	14 31	22 00	4 39	114	116	8 37 56	+17 53.8	32.4	0.76
28	15 44	22 55	5 20	109	111	9 36 09	+15 00.6	32.3	0.85
29	16 57	23 47	5 55	103	106	10 32 24	+11 14.4	32.2	0.92
30	18 09	-	6 26	96	99	11 26 38	+6 52.1	32.0	0.97
31	19 20	0 38	6 55	88	92	12 19 08	+2 11.1	31.7	1.00

2 марта 2ч 52м - полнолуние
9 13ч 22м - посл. четв.
17 15ч 14м - новолуние
24 17ч 35м - перв. четв.
31 15ч 37м - полнолуние
(голубая Луна - второе полнолуние в одном календарном месяце)
(две голубые луны в году очень редкое событие)
11 марта 11ч 13м - апогей 404682 км
26 марта 20ч 17м - перигей 369104 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии		
Юпитера	7 марта	в 10ч12м	3.3°
Марса	10	в 1ч19м	3.2°
Сатурна	11	в 3ч14м	1.5°
Нептуна	16	в 15ч36м	2.3°
Меркурия	18	в 15ч36м	8.2°
Венеры	18	в 22ч 4м	4.3°
Урана	19	в 19ч44м	5.1°

СОЛНЦЕ. Апрель 2018.

Дата	J.D. 2458	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м	$t_з$ ч м	A °	В 0ч земного времени α ч м с	δ ° ′ ″	η м с	S_O ч м с	d ′
1	209.5	6 37	13 1	19 25	97	0 41 13.8	+4 26 07	+4 00	12 37 14	32.0
2	210.5	6 35	13 1	19 26	98	0 44 52.5	+4 49 14	+3 42	12 41 10	32.0
3	211.5	6 33	13 0	19 27	98	0 48 31.2	+5 12 17	+3 24	12 45 07	32.0
4	212.5	6 32	13 0	19 29	99	0 52 10.2	+5 35 14	+3 07	12 49 03	32.0
5	213.5	6 30	13 0	19 30	100	0 55 49.3	+5 58 05	+2 49	12 53 00	32.0
6	214.5	6 28	13 0	19 32	100	0 59 28.6	+6 20 50	+2 32	12 56 57	32.0
7	215.5	6 26	12 59	19 33	101	1 03 08.1	+6 43 29	+2 15	13 00 53	32.0
8	216.5	6 24	12 59	19 34	101	1 06 47.9	+7 06 00	+1 58	13 04 50	31.9
9	217.5	6 22	12 59	19 36	102	1 10 27.9	+7 28 25	+1 42	13 08 46	31.9
10	218.5	6 20	12 58	19 37	102	1 14 08.1	+7 50 42	+1 25	13 12 43	31.9
11	219.5	6 18	12 58	19 38	103	1 17 48.7	+8 12 52	+1 09	13 16 39	31.9
12	220.5	6 16	12 58	19 40	103	1 21 29.5	+8 34 53	+0 54	13 20 36	31.9
13	221.5	6 14	12 58	19 41	104	1 25 10.7	+8 56 45	+0 38	13 24 32	31.9
14	222.5	6 13	12 57	19 42	105	1 28 52.1	+9 18 29	+0 23	13 28 29	31.9
15	223.5	6 11	12 57	19 44	105	1 32 34.0	+9 40 04	+0 08	13 32 26	31.9
16	224.5	6 9	12 57	19 45	106	1 36 16.1	+10 01 29	-0 06	13 36 22	31.9
17	225.5	6 7	12 57	19 46	106	1 39 58.7	+10 22 44	-0 20	13 40 19	31.9
18	226.5	6 5	12 57	19 48	107	1 43 41.6	+10 43 48	-0 34	13 44 15	31.9
19	227.5	6 4	12 56	19 49	107	1 47 24.9	+11 04 42	-0 47	13 48 12	31.9
20	228.5	6 2	12 56	19 50	108	1 51 08.6	+11 25 25	-1 00	13 52 08	31.8
21	229.5	6 0	12 56	19 52	108	1 54 52.7	+11 45 57	-1 12	13 56 05	31.8
22	230.5	5 58	12 56	19 53	109	1 58 37.2	+12 06 17	-1 24	14 00 01	31.8
23	231.5	5 57	12 55	19 54	109	2 02 22.2	+12 26 25	-1 36	14 03 58	31.8
24	232.5	5 55	12 55	19 56	110	2 06 07.5	+12 46 21	-1 47	14 07 55	31.8
25	233.5	5 53	12 55	19 57	110	2 09 53.4	+13 06 04	-1 58	14 11 51	31.8
26	234.5	5 51	12 55	19 58	111	2 13 39.7	+13 25 34	-2 08	14 15 48	31.8
27	235.5	5 50	12 55	20 00	111	2 17 26.4	+13 44 50	-2 18	14 19 44	31.8
28	236.5	5 48	12 55	20 1	112	2 21 13.7	+14 03 53	-2 27	14 23 41	31.8
29	237.5	5 47	12 54	20 2	112	2 25 01.4	+14 22 42	-2 36	14 27 37	31.8
30	238.5	5 45	12 54	20 4	113	2 28 49.7	+14 41 17	-2 44	14 31 34	31.8

Планеты: Меркурий (в кон. мес. утр.?), Венера (веч.), Марс (утр.!), Юпитер (!), Сатурн (утр.), Нептун (в кон. мес. утр.?).

Яркие звезды: вечером – Альдебаран, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс, Регул, Спика, Арктур, Вега; утром – Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб.

1 апр. Меркурий в нижнем соединении.

2 апр. Марс проходит в 1.3° от планеты Сатурн.

18 апр. Уран в соединении.

29 апр. Меркурий в наибольшей западной элонгации 27°.

Кометы: C/2016 M1 (ПАНСТАРРС).

Метеоры: Лириды (22 апреля, 18-90 метеоров в час).

19 апреля в 2 часа Солнце переходит в созвездие Овна.

ЛУНА. Апрель 2018.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	20 29	1 27	7 23	81	85	13 10 21	-2 31.8	31.4	1.00
2	21 37	2 15	7 51	75	78	14 00 47	-7 01.3	31.1	0.97
3	22 42	3 02	8 21	69	72	14 50 54	-11 04.9	30.7	0.93
4	23 44	3 50	8 52	65	67	15 41 01	-14 32.2	30.3	0.87
5	-	4 38	9 28	-	63	16 31 21	-17 15.3	30.0	0.80
6	0 43	5 26	10 07	62	61	17 21 55	-19 08.8	29.8	0.71
7	1 37	6 15	10 51	60	60	18 12 35	-20 09.2	29.6	0.62
8	2 26	7 03	11 41	60	60	19 03 11	-20 15.1	29.6	0.53
9	3 10	7 51	12 35	61	62	19 53 27	-19 27.1	29.6	0.44
10	3 48	8 38	13 32	64	65	20 43 15	-17 47.3	29.7	0.34
11	4 22	9 25	14 33	68	70	21 32 31	-15 19.3	29.9	0.26
12	4 53	10 11	15 37	73	75	22 21 21	-12 08.1	30.2	0.17
13	5 21	10 57	16 42	78	81	23 10 00	-8 20.2	30.5	0.11
14	5 48	11 44	17 49	85	88	23 58 53	-4 04.0	30.9	0.05
15	6 15	12 31	18 58	92	95	0 48 29	+0 30.4	31.3	0.02
16	6 43	13 20	20 09	98	102	1 39 22	+5 10.0	31.6	0.00
17	7 13	14 12	21 22	105	109	2 32 04	+9 39.9	31.9	0.01
18	7 48	15 06	22 34	111	114	3 26 59	+13 42.8	32.2	0.05
19	8 28	16 03	23 45	116	118	4 24 15	+17 01.0	32.3	0.11
20	9 15	17 01	-	119	-	5 23 35	+19 18.3	32.4	0.19
21	10 10	18 00	0 50	120	120	6 24 11	+20 22.6	32.4	0.29
22	11 13	18 59	1 49	119	119	7 24 56	+20 08.4	32.4	0.40
23	12 21	19 56	2 39	116	118	8 24 41	+18 37.8	32.3	0.51
24	13 32	20 50	3 21	111	113	9 22 35	+15 59.8	32.1	0.62
25	14 43	21 42	3 57	105	108	10 18 15	+12 27.6	31.9	0.73
26	15 54	22 32	4 29	98	102	11 11 44	+8 16.7	31.7	0.82
27	17 04	23 20	4 57	91	95	12 03 26	+3 43.0	31.5	0.90
28	18 13	-	5 25	84	88	12 53 53	-0 58.2	31.3	0.95
29	19 21	0 07	5 52	78	81	13 43 41	-5 32.6	31.0	0.99
30	20 27	0 54	6 20	71	75	14 33 22	-9 47.1	30.7	1.00

8 апр.	10ч 21м	- посл. четв.
16	4ч 59м	- новолуние
23	0ч 46м	- перв. четв.
30	3ч 59м	- полнолуние
8 апр.	8ч 32м	- апогей 404145 км
20 апр.	17ч 44м	- перигей 368713 км

Луна проходит

вблизи		на угловом расстоянии	
Юпитера	3 апр.	в 16ч 48м	3.4°
Сатурна	7	в 16ч 16м	1.5°
Марса	7	в 20ч 38м	2.7°
Нептуна	13	в 0ч 59м	2.6°
Меркурия	14	в 12ч 42м	4.6°
Урана	16	в 5ч 1м	5.6°
Венеры	17	в 23ч 24м	6.1°

СОЛНЦЕ. Май 2018.

Дата J.D. 2458	Для Одессы							В 0ч земного времени										
	$t_в$		$t_к$		$t_з$		A	α			δ			η		$S_\odot$		d
	ч	м	ч	м	ч	м	°	ч	м	с	°	′	″	м	с	ч	м	с	′
1	239.5	5	43	12	54	20	5	113	2	32	38.5	+14	59	37	-2	52	14	35	30	31.8
2	240.5	5	42	12	54	20	6	113	2	36	27.8	+15	17	42	-2	59	14	39	27	31.7
3	241.5	5	40	12	54	20	8	114	2	40	17.7	+15	35	32	-3	06	14	43	24	31.7
4	242.5	5	39	12	54	20	9	114	2	44	08.2	+15	53	06	-3	12	14	47	20	31.7
5	243.5	5	37	12	54	20	10	115	2	47	59.2	+16	10	25	-3	18	14	51	17	31.7
6	244.5	5	36	12	54	20	12	115	2	51	50.8	+16	27	28	-3	22	14	55	13	31.7
7	245.5	5	34	12	54	20	13	116	2	55	42.9	+16	44	14	-3	27	14	59	10	31.7
8	246.5	5	33	12	54	20	14	116	2	59	35.7	+17	00	44	-3	31	15	03	06	31.7
9	247.5	5	32	12	54	20	15	117	3	03	29.0	+17	16	57	-3	34	15	07	03	31.7
10	248.5	5	30	12	53	20	17	117	3	07	22.9	+17	32	52	-3	37	15	10	59	31.7
11	249.5	5	29	12	53	20	18	117	3	11	17.4	+17	48	30	-3	39	15	14	56	31.7
12	250.5	5	28	12	53	20	19	118	3	15	12.5	+18	03	51	-3	40	15	18	53	31.7
13	251.5	5	26	12	53	20	20	118	3	19	08.2	+18	18	52	-3	41	15	22	49	31.7
14	252.5	5	25	12	53	20	22	119	3	23	04.4	+18	33	36	-3	41	15	26	46	31.7
15	253.5	5	24	12	53	20	23	119	3	27	01.3	+18	48	01	-3	41	15	30	42	31.6
16	254.5	5	23	12	53	20	24	119	3	30	58.7	+19	02	06	-3	40	15	34	39	31.6
17	255.5	5	21	12	53	20	25	120	3	34	56.7	+19	15	53	-3	39	15	38	35	31.6
18	256.5	5	20	12	53	20	27	120	3	38	55.2	+19	29	20	-3	37	15	42	32	31.6
19	257.5	5	19	12	53	20	28	120	3	42	54.3	+19	42	26	-3	34	15	46	28	31.6
20	258.5	5	18	12	54	20	29	121	3	46	53.9	+19	55	13	-3	31	15	50	25	31.6
21	259.5	5	17	12	54	20	30	121	3	50	54.0	+20	07	39	-3	28	15	54	22	31.6
22	260.5	5	16	12	54	20	31	121	3	54	54.7	+20	19	45	-3	23	15	58	18	31.6
23	261.5	5	15	12	54	20	32	122	3	58	55.8	+20	31	30	-3	19	16	02	15	31.6
24	262.5	5	14	12	54	20	33	122	4	02	57.4	+20	42	53	-3	14	16	06	11	31.6
25	263.5	5	13	12	54	20	34	122	4	06	59.6	+20	53	55	-3	08	16	10	08	31.6
26	264.5	5	13	12	54	20	36	123	4	11	02.2	+21	04	35	-3	02	16	14	04	31.6
27	265.5	5	12	12	54	20	37	123	4	15	05.2	+21	14	53	-2	56	16	18	01	31.6
28	266.5	5	11	12	54	20	38	123	4	19	08.8	+21	24	49	-2	49	16	21	57	31.6
29	267.5	5	10	12	54	20	39	123	4	23	12.8	+21	34	23	-2	41	16	25	54	31.6
30	268.5	5	9	12	55	20	40	124	4	27	17.2	+21	43	35	-2	33	16	29	51	31.6
31	269.5	5	9	12	55	20	41	124	4	31	22.1	+21	52	24	-2	25	16	33	47	31.6

Планеты: Меркурий (в нач. мес. утр.?), Венера (веч.), Марс (утр.), Юпитер (!), Сатурн (!), Нептун (утр.?).

Яркие звезды: вечером – Капелла, Кастор, Процион, Поллукс, Регул, Спика, Арктур, Антарес, Вега, Денеб; утром – Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб.

9 мая Юпитер в противостоянии.

13 мая Меркурий проходит в 2.4° от планеты Уран.

Астероиды: Лаэтиция, Психея.

Кометы: C/2016 M1 (ПАНСТАРРС), 48P/Джонсона, 21P/Джакобини-Циннера.

Метеоры: η-Аквариды (5 мая, 40-85 метеоров в час).

14 мая в 13 часов Солнце переходит в созвездие Тельца.

ЛУНА. Май 2018.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	− °	+ °	ч м с	° ′	′	
1	21 31	1 42	6 50	66	69	15 23 17	-13 30.4	30.4	0.99
2	22 32	2 30	7 23	63	65	16 13 38	-16 32.9	30.1	0.96
3	23 29	3 18	8 01	60	61	17 04 26	-18 47.1	29.9	0.91
4	-	4 07	8 44	-	60	17 55 29	-20 08.2	29.7	0.85
5	0 20	4 56	9 31	59	59	18 46 28	-20 33.7	29.6	0.78
6	1 06	5 44	10 23	60	61	19 37 03	-20 04.0	29.5	0.69
7	1 47	6 31	11 19	62	63	20 26 57	-18 41.4	29.6	0.60
8	2 22	7 18	12 19	65	67	21 16 04	-16 29.6	29.7	0.51
9	2 53	8 03	13 20	70	72	22 04 29	-13 33.7	30.0	0.41
10	3 22	8 49	14 24	75	78	22 52 30	-9 59.5	30.3	0.32
11	3 49	9 34	15 30	82	85	23 40 34	-5 54.0	30.6	0.23
12	4 15	10 21	16 37	88	92	0 29 16	-1 25.6	31.1	0.15
13	4 42	11 09	17 48	95	99	1 19 17	+3 15.2	31.5	0.08
14	5 11	12 00	19 00	102	106	2 11 18	+7 54.8	32.0	0.03
15	5 44	12 54	20 15	109	112	3 05 53	+12 16.6	32.3	0.01
16	6 22	13 50	21 29	114	117	4 03 23	+16 01.1	32.6	0.01
17	7 07	14 50	22 39	118	120	5 03 36	+18 48.5	32.8	0.03
18	8 00	15 51	23 43	120	121	6 05 43	+20 22.4	32.9	0.09
19	9 02	16 52	-	120	-	7 08 24	+20 33.3	32.8	0.17
20	10 10	17 51	0 37	118	119	8 10 06	+19 21.6	32.6	0.26
21	11 22	18 47	1 23	113	115	9 09 36	+16 56.5	32.4	0.37
22	12 34	19 40	2 01	107	110	10 06 19	+13 33.1	32.1	0.48
23	13 45	20 30	2 34	101	104	11 00 15	+9 28.3	31.8	0.59
24	14 55	21 18	3 03	94	97	11 51 53	+4 58.9	31.5	0.70
25	16 03	22 04	3 30	87	90	12 41 52	+0 19.7	31.1	0.79
26	17 10	22 51	3 56	80	83	13 30 56	-4 15.7	30.9	0.87
27	18 15	23 37	4 23	74	77	14 19 44	-8 35.3	30.6	0.93
28	19 20	-	4 51	68	71	15 08 50	-12 28.3	30.3	0.97
29	20 22	0 24	5 23	64	66	15 58 31	-15 44.7	30.1	0.99
30	21 20	1 12	5 58	61	62	16 48 55	-18 16.1	29.9	1.00
31	22 15	2 01	6 39	59	60	17 39 51	-19 56.2	29.7	0.98

8 мая	5ч 11м - посл. четв.
15	14ч 49м - новолуние
22	6ч 50м - перв. четв.
29	17ч 20м - полнолуние
6 мая	3ч 35м - апогей 404458 км
18 мая	0ч 06м - перигей 363777 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии		
Сатурна	4 мая	в 22ч 1м	1.1°
Марса	6	в 11ч 43м	2.2°
Нептуна	10	в 12ч 56м	2.7°
Урана	13	в 19ч 17м	5.2°
Меркурия	13	в 21ч 7м	3.0°
Венеры	17	в 22ч 19м	5.5°
Юпитера	27	в 19ч 34м	3.4°

СОЛНЦЕ. Июнь 2018.

Дата	J.D. 2458	Для Одессы $t_в$	$t_к$	$t_з$	A	В 0ч земного времени α	δ	η	$S_\odot$	d
		ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′ ″	м с	ч м с	′
1	270.5	5 8	12 55	20 41	124	4 35 27.4	+22 00 50	-2 16	16 37 44	31.5
2	271.5	5 8	12 55	20 42	124	4 39 33.1	+22 08 53	-2 07	16 41 40	31.5
3	272.5	5 7	12 55	20 43	124	4 43 39.2	+22 16 33	-1 58	16 45 37	31.5
4	273.5	5 7	12 55	20 44	125	4 47 45.7	+22 23 50	-1 48	16 49 33	31.5
5	274.5	5 6	12 55	20 45	125	4 51 52.6	+22 30 43	-1 37	16 53 30	31.5
6	275.5	5 6	12 56	20 46	125	4 55 59.8	+22 37 12	-1 27	16 57 26	31.5
7	276.5	5 5	12 56	20 46	125	5 00 07.3	+22 43 18	-1 16	17 01 23	31.5
8	277.5	5 5	12 56	20 47	125	5 04 15.1	+22 49 00	-1 04	17 05 20	31.5
9	278.5	5 5	12 56	20 48	125	5 08 23.3	+22 54 18	-0 53	17 09 16	31.5
10	279.5	5 4	12 56	20 48	126	5 12 31.6	+22 59 12	-0 41	17 13 13	31.5
11	280.5	5 4	12 57	20 49	126	5 16 40.3	+23 03 41	-0 29	17 17 09	31.5
12	281.5	5 4	12 57	20 50	126	5 20 49.2	+23 07 46	-0 17	17 21 06	31.5
13	282.5	5 4	12 57	20 50	126	5 24 58.2	+23 11 27	-0 04	17 25 02	31.5
14	283.5	5 4	12 57	20 51	126	5 29 07.5	+23 14 43	+0 09	17 28 59	31.5
15	284.5	5 4	12 57	20 51	126	5 33 16.9	+23 17 35	+0 21	17 32 55	31.5
16	285.5	5 4	12 58	20 52	126	5 37 26.4	+23 20 02	+0 34	17 36 52	31.5
17	286.5	5 4	12 58	20 52	126	5 41 36.0	+23 22 04	+0 47	17 40 49	31.5
18	287.5	5 4	12 58	20 52	126	5 45 45.6	+23 23 41	+1 00	17 44 45	31.5
19	288.5	5 4	12 58	20 53	126	5 49 55.2	+23 24 54	+1 14	17 48 42	31.5
20	289.5	5 4	12 59	20 53	126	5 54 04.9	+23 25 42	+1 27	17 52 38	31.5
21	290.5	5 4	12 59	20 53	126	5 58 14.5	+23 26 05	+1 40	17 56 35	31.5
22	291.5	5 4	12 59	20 54	126	6 02 24.1	+23 26 03	+1 53	18 00 31	31.5
23	292.5	5 5	12 59	20 54	126	6 06 33.7	+23 25 36	+2 06	18 04 28	31.5
24	293.5	5 5	12 59	20 54	126	6 10 43.1	+23 24 45	+2 19	18 08 24	31.5
25	294.5	5 5	13 0	20 54	126	6 14 52.4	+23 23 28	+2 31	18 12 21	31.5
26	295.5	5 6	13 0	20 54	126	6 19 01.6	+23 21 48	+2 44	18 16 18	31.5
27	296.5	5 6	13 0	20 54	126	6 23 10.7	+23 19 42	+2 57	18 20 14	31.5
28	297.5	5 6	13 0	20 54	126	6 27 19.6	+23 17 12	+3 09	18 24 11	31.5
29	298.5	5 7	13 0	20 54	126	6 31 28.3	+23 14 17	+3 21	18 28 07	31.5
30	299.5	5 7	13 1	20 54	126	6 35 36.8	+23 10 58	+3 33	18 32 04	31.5

Планеты: Меркурий (в кон. мес. веч.), Венера (веч.), Марс (утр.!), Юпитер (!), Сатурн (!), Уран (утр.?), Нептун (утр.).

Яркие звезды: вечером – Регул, Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб; утром – Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб.

21 июня в 13ч06м – летнее солнцестояние.

6 июня Меркурий в верхнем соединении.

7 июня Нептун в квадратуре.

27 июня Сатурн в противостоянии.

Кометы: C/2016 M1 (ПАНСТАРРС), 48P/Джонсона, 21P/Джакобини-Циннера.

Метеоры: Боотиды (27 июня, число метеоров в час переменное).

21 июня в 20 часов Солнце переходит в созвездие Близнецов.

ЛУНА. Июнь 2018.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	23 03	2 50	7 24	59	59	18 30 58	-20 41.1	29.6	0.95
2	23 46	3 38	8 15	61	60	19 21 51	-20 29.9	29.5	0.90
3	-	4 26	9 09	-	62	20 12 02	-19 24.3	29.5	0.83
4	0 23	5 12	10 07	64	65	21 01 18	-17 28.3	29.5	0.76
5	0 55	5 58	11 07	68	70	21 49 35	-14 47.1	29.7	0.67
6	1 24	6 43	12 09	73	75	22 37 05	-11 27.0	29.9	0.58
7	1 51	7 28	13 13	79	81	23 24 14	-7 34.8	30.2	0.48
8	2 17	8 12	14 18	85	88	0 11 37	-3 17.7	30.6	0.38
9	2 42	8 59	15 26	92	95	0 59 58	+1 15.6	31.1	0.28
10	3 09	9 47	16 36	99	102	1 50 06	+5 54.2	31.6	0.19
11	3 39	10 38	17 49	105	109	2 42 48	+10 24.5	32.1	0.11
12	4 14	11 34	19 04	111	115	3 38 43	+14 28.7	32.6	0.05
13	4 55	12 33	20 18	116	119	4 38 05	+17 46.5	32.9	0.01
14	5 45	13 35	21 27	120	121	5 40 28	+19 57.3	33.2	0.00
15	6 45	14 38	22 28	121	120	6 44 38	+20 45.3	33.2	0.02
16	7 53	15 40	23 19	119	117	7 48 48	+20 04.2	33.2	0.07
17	9 06	16 39	-	115	-	8 51 11	+17 59.9	32.9	0.14
18	10 21	17 3	0 02	110	112	9 50 38	+14 47.4	32.6	0.24
19	11 34	18 27	0 37	103	106	10 46 47	+10 46.4	32.2	0.34
20	12 46	19 16	1 08	96	100	11 39 56	+6 16.4	31.8	0.45
21	13 55	20 03	1 35	89	93	12 30 45	+1 34.7	31.4	0.56
22	15 02	20 49	2 01	82	86	13 20 04	-3 04.5	31.0	0.66
23	16 08	21 35	2 28	76	79	14 08 39	-7 29.2	30.6	0.76
24	17 12	22 22	2 55	70	73	14 57 12	-11 29.1	30.3	0.84
25	18 14	23 09	3 25	65	68	15 46 11	-14 55.2	30.1	0.90
26	19 14	23 57	3 59	62	64	16 35 54	-17 39.2	29.8	0.95
27	20 09	-	4 37	59	61	17 26 20	-19 34.5	29.7	0.99
28	21 00	0 45	5 20	59	59	18 17 13	-20 36.2	29.5	1.00
29	21 44	1 34	6 09	60	59	19 08 08	-20 42.0	29.5	0.99
30	22 24	2 22	7 02	62	61	19 58 35	-19 52.5	29.4	0.97

6 июня	21ч 34м	- посл. четв.
13	22ч 45м	- новолуние
20	13ч 52м	- перв. четв.
28	7ч 54м	- полнолуние
2 июня	19ч 34м	- апогей 405316 км
15 июня	2ч 55м	- перигей 359507 км
30 июня	5ч 43м	- апогей 406061 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии		
Сатурна	1 июня	в 4ч 36м	0.8°
Марса	3	в 15ч 27м	2.8°
Нептуна	6	в 20ч 11м	3.1°
Урана	10	в 5ч 4м	5.8°
Меркурия	14	в 17ч 18м	5.1°
Венеры	16	в 16ч 25м	2.8°
Юпитера	23	в 21ч 52м	3.4°

СОЛНЦЕ. Июль 2018.

Дата J.D. 2458	Для Одессы							В 0ч земного времени											
	$t_в$		$t_к$		$t_з$		A	α			δ			η		$S_\odot$			d
	ч	м	ч	м	ч	м	°	ч	м	с	°	′	″	м	с	ч	м	с	′
1	300.5	5	8	13	1	20	54	126	6	39	45.1	+23	07	14	+3	45	18	36	00	31.5
2	301.5	5	9	13	1	20	53	126	6	43	53.2	+23	03	07	+3	56	18	39	57	31.5
3	302.5	5	9	13	1	20	53	126	6	48	00.9	+22	58	35	+4	07	18	43	53	31.5
4	303.5	5	10	13	1	20	53	125	6	52	08.4	+22	53	39	+4	18	18	47	50	31.5
5	304.5	5	11	13	2	20	53	125	6	56	15.6	+22	48	19	+4	29	18	51	47	31.5
6	305.5	5	11	13	2	20	52	125	7	00	22.5	+22	42	35	+4	39	18	55	43	31.5
7	306.5	5	12	13	2	20	52	125	7	04	29.0	+22	36	28	+4	49	18	59	40	31.5
8	307.5	5	13	13	2	20	51	125	7	08	35.2	+22	29	57	+4	59	19	03	36	31.5
9	308.5	5	14	13	2	20	51	125	7	12	41.0	+22	23	03	+5	08	19	07	33	31.5
10	309.5	5	14	13	2	20	50	124	7	16	46.5	+22	15	46	+5	17	19	11	29	31.5
11	310.5	5	15	13	2	20	50	124	7	20	51.5	+22	08	05	+5	26	19	15	26	31.5
12	311.5	5	16	13	3	20	49	124	7	24	56.1	+22	00	02	+5	34	19	19	22	31.5
13	312.5	5	17	13	3	20	49	124	7	29	00.2	+21	51	36	+5	41	19	23	19	31.5
14	313.5	5	18	13	3	20	48	124	7	33	03.9	+21	42	48	+5	48	19	27	16	31.5
15	314.5	5	19	13	3	20	47	123	7	37	07.1	+21	33	37	+5	55	19	31	12	31.5
16	315.5	5	20	13	3	20	46	123	7	41	09.8	+21	24	05	+6	01	19	35	09	31.5
17	316.5	5	21	13	3	20	46	123	7	45	11.9	+21	14	11	+6	07	19	39	05	31.5
18	317.5	5	22	13	3	20	45	123	7	49	13.5	+21	03	55	+6	12	19	43	02	31.5
19	318.5	5	23	13	3	20	44	122	7	53	14.5	+20	53	17	+6	16	19	46	58	31.5
20	319.5	5	24	13	3	20	43	122	7	57	15.0	+20	42	19	+6	20	19	50	55	31.5
21	320.5	5	25	13	3	20	42	122	8	01	14.9	+20	30	59	+6	23	19	54	51	31.5
22	321.5	5	26	13	4	20	41	121	8	05	14.2	+20	19	20	+6	26	19	58	48	31.5
23	322.5	5	27	13	4	20	40	121	8	09	12.9	+20	07	19	+6	28	20	02	45	31.5
24	323.5	5	28	13	4	20	39	121	8	13	11.0	+19	54	59	+6	30	20	06	41	31.5
25	324.5	5	29	13	4	20	38	120	8	17	08.5	+19	42	18	+6	31	20	10	38	31.5
26	325.5	5	30	13	4	20	37	120	8	21	05.5	+19	29	18	+6	31	20	14	34	31.5
27	326.5	5	32	13	4	20	36	120	8	25	01.8	+19	15	59	+6	31	20	18	31	31.5
28	327.5	5	33	13	4	20	34	119	8	28	57.5	+19	02	21	+6	30	20	22	27	31.5
29	328.5	5	34	13	4	20	33	119	8	32	52.6	+18	48	23	+6	29	20	26	24	31.5
30	329.5	5	35	13	4	20	32	119	8	36	47.1	+18	34	08	+6	27	20	30	20	31.5
31	330.5	5	36	13	3	20	31	118	8	40	41.1	+18	19	34	+6	24	20	34	17	31.5

Планеты: Меркурий (в нач. мес. веч.), Венера (веч.), Марс (!), Юпитер (веч.!), Сатурн (!), Уран (утр.), Нептун (утр.!).

Яркие звезды: вечером – Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб; утром – Вега, Альтаир, Денеб, Фомальгаут, Капелла.

6 июля 20ч51м – Земля в афелии.

12 июля Меркурий в наибольшей восточной элонгации 26°.

25 июля Уран в квадратуре.

27 июля Марс в противостоянии.

Астероиды: Фисба.

Кометы: C/2016 M1 (ПАНСТАРРС), 48P/Джонсона, 21P/Джакобини-Циннера, 64P/Свифта-Герельса.

Метеоры: Каприкониды, Южные δ-Акварииды.

21 июля в 1 час Солнце переходит в созвездие Рака.

ЛУНА. Июль 2018.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	− °	+ °	ч м с	° ′	′	
1	22 58	3 09	7 59	66	64	20 48 10	-18 10.9	29.5	0.93
2	23 28	3 55	8 58	71	68	21 36 41	-15 42.6	29.5	0.88
3	23 55	4 40	9 59	76	73	22 24 09	-12 34.2	29.7	0.81
4	-	5 24	11 01	-	79	23 10 53	-8 53.0	29.9	0.73
5	0 20	6 08	12 05	82	85	23 57 22	-4 46.6	30.2	0.63
6	0 45	6 52	13 09	89	92	0 44 18	-0 23.0	30.6	0.53
7	1 11	7 38	14 17	95	99	1 32 26	+4 08.7	31.0	0.43
8	1 38	8 27	15 27	102	106	2 22 39	+8 37.2	31.5	0.33
9	2 09	9 18	16 39	108	112	3 15 47	+12 48.4	32.0	0.23
10	2 46	10 14	17 52	114	117	4 12 26	+16 24.9	32.5	0.14
11	3 30	11 14	19 04	118	120	5 12 44	+19 06.7	33.0	0.07
12	4 25	12 17	20 10	121	121	6 16 04	+20 34.3	33.3	0.02
13	5 29	13 21	21 07	120	119	7 20 57	+20 34.3	33.4	0.00
14	6 42	14 23	21 55	118	115	8 25 28	+19 04.2	33.4	0.01
15	7 58	15 22	22 35	113	109	9 27 52	+16 14.0	33.2	0.05
16	9 15	16 18	23 08	106	102	10 27 08	+12 22.5	32.9	0.12
17	10 30	17 10	23 38	99	95	11 23 04	+7 52.3	32.4	0.21
18	11 42	17 59	-	92	-	12 16 07	+3 04.2	31.9	0.31
19	12 52	18 47	0 05	85	88	13 06 60	-1 44.1	31.4	0.41
20	13 59	19 33	0 32	78	81	13 56 33	-6 18.7	31.0	0.52
21	15 04	20 20	0 59	72	75	14 45 32	-10 28.7	30.5	0.62
22	16 07	21 07	1 29	67	69	15 34 32	-14 05.1	30.2	0.72
23	17 07	21 54	2 01	63	65	16 23 59	-17 00.5	29.9	0.80
24	18 04	22 42	2 37	60	61	17 14 02	-19 08.4	29.7	0.87
25	18 56	23 31	3 18	59	59	18 04 35	-20 24.2	29.5	0.93
26	19 43	-	4 05	59	59	18 55 21	-20 44.8	29.5	0.97
27	20 24	0 19	4 57	61	60	19 45 54	-20 09.8	29.4	0.99
28	21 00	1 06	5 52	65	63	20 35 46	-18 41.6	29.4	1.00
29	21 31	1 53	6 51	69	66	21 24 40	-16 24.8	29.5	0.99
30	21 59	2 38	7 52	74	71	22 12 31	-13 25.7	29.6	0.96
31	22 25	3 22	8 54	80	77	22 59 26	-9 52.1	29.8	0.91

6 июля 10ч 52м - посл. четв.
13 5ч 49м - новолуние
19 22ч 53м - перв. четв.
27 23ч 22м - полнолуние
полное лунное затмение

13 июля 11ч28м - перигей 357432 км
27 июля 8ч44м - апогей 406223 км

Луна проходит

вблизи		на угловом расстоянии		
Марса	1 июля	в 5ч 30м	4.1°
Нептуна	4	в 2ч 25м	3.5°
Урана	7	в 17ч 24м	5.6°
Меркурия	15	в 1ч 27м	1.3°
Венеры	16	в 5ч 53м	0.9°
Юпитера	21	в 4ч 1м	3.7°
Сатурна	25	в 9ч 24м	1.6°

СОЛНЦЕ. Август 2018.

Дата J.D. 2458	Для Одессы							В 0ч земного времени												
	$t_в$		$t_к$		$t_з$		A	α			δ			η		$S_\odot$			d
	ч	м	ч	м	ч	м	°	ч	м	с	°	′	″	м	с	ч	м	с	′
1	331.5	5 38	13	3	20	29	118	8	44	34.4	+18	04	42	+6	21	20	38	14	31.5
2	332.5	5 39	13	3	20	28	117	8	48	27.1	+17	49	32	+6	17	20	42	10	31.5
3	333.5	5 40	13	3	20	27	117	8	52	19.2	+17	34	05	+6	13	20	46	07	31.5
4	334.5	5 41	13	3	20	25	117	8	56	10.7	+17	18	21	+6	08	20	50	03	31.5
5	335.5	5 42	13	3	20	24	116	9	00	01.7	+17	02	19	+6	02	20	54	00	31.5
6	336.5	5 44	13	3	20	22	116	9	03	52.1	+16	46	02	+5	56	20	57	56	31.5
7	337.5	5 45	13	3	20	21	115	9	07	41.9	+16	29	27	+5	49	21	01	53	31.5
8	338.5	5 46	13	3	20	19	115	9	11	31.1	+16	12	37	+5	42	21	05	49	31.5
9	339.5	5 47	13	3	20	18	114	9	15	19.8	+15	55	31	+5	34	21	09	46	31.5
10	340.5	5 49	13	2	20	16	114	9	19	07.9	+15	38	10	+5	25	21	13	43	31.6
11	341.5	5 50	13	2	20	15	114	9	22	55.4	+15	20	34	+5	16	21	17	39	31.6
12	342.5	5 51	13	2	20	13	113	9	26	42.4	+15	02	43	+5	07	21	21	36	31.6
13	343.5	5 52	13	2	20	12	113	9	30	28.7	+14	44	38	+4	57	21	25	32	31.6
14	344.5	5 54	13	2	20	10	112	9	34	14.6	+14	26	19	+4	46	21	29	29	31.6
15	345.5	5 55	13	2	20	8	112	9	37	59.8	+14	07	46	+4	35	21	33	25	31.6
16	346.5	5 56	13	1	20	7	111	9	41	44.5	+13	48	59	+4	23	21	37	22	31.6
17	347.5	5 57	13	1	20	5	111	9	45	28.7	+13	29	59	+4	10	21	41	18	31.6
18	348.5	5 59	13	1	20	3	110	9	49	12.4	+13	10	47	+3	57	21	45	15	31.6
19	349.5	6 0	13	1	20	2	110	9	52	55.5	+12	51	22	+3	44	21	49	12	31.6
20	350.5	6 1	13	1	20	0	109	9	56	38.1	+12	31	45	+3	30	21	53	08	31.6
21	351.5	6 3	13	0	19	58	109	10	00	20.2	+12	11	56	+3	16	21	57	05	31.6
22	352.5	6 4	13	0	19	56	108	10	04	01.8	+11	51	56	+3	01	22	01	01	31.6
23	353.5	6 5	13	0	19	55	108	10	07	43.0	+11	31	44	+2	45	22	04	58	31.6
24	354.5	6 6	13	0	19	53	107	10	11	23.7	+11	11	22	+2	29	22	08	54	31.6
25	355.5	6 8	12	59	19	51	107	10	15	04.0	+10	50	49	+2	13	22	12	51	31.6
26	356.5	6 9	12	59	19	49	106	10	18	43.9	+10	30	05	+1	56	22	16	47	31.6
27	357.5	6 10	12	59	19	47	106	10	22	23.3	+10	09	12	+1	39	22	20	44	31.7
28	358.5	6 11	12	58	19	45	105	10	26	02.4	+9	48	09	+1	22	22	24	41	31.7
29	359.5	6 13	12	58	19	44	105	10	29	41.1	+9	26	57	+1	04	22	28	37	31.7
30	360.5	6 14	12	58	19	42	104	10	33	19.5	+9	05	36	+0	46	22	32	34	31.7
31	361.5	6 15	12	58	19	40	104	10	36	57.5	+8	44	06	+0	27	22	36	30	31.7

Планеты: Меркурий (в кон. мес. утр.!), Венера (веч.?), Марс (!), Юпитер (веч.), Сатурн (веч.!), Уран (!), Нептун (!).

Яркие звезды: вечером – Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб; утром – Вега, Альтаир, Денеб, Фомальгаут, Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Кастор, Поллукс.

7 авг. Юпитер в квадратуре.

9 авг. Меркурий в нижнем соединении.

17 авг. Венера в наибольшей восточной элонгации 46°.

26 авг. Меркурий в наибольшей западной элонгации 18°.

Астероиды: Фидес.

Кометы: 48P/Джонсона, 21P/Джакобини-Циннера, 64P/Свифта-Герельса, 38P/Стефана-Отерма.

Метеоры: Персеиды (максимум 12 августа).

11 августа в 0 часов Солнце переходит в созвездие Льва.

ЛУНА. Август 2018.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	22 50	4 06	9 56	87	83	23 45 47	-5 52.1	30.0	0.85
2	23 14	4 50	11 00	93	90	0 32 07	-1 34.3	30.3	0.77
3	23 40	5 34	12 05	100	97	1 19 07	+2 52.2	30.6	0.68
4	-	6 20	13 12	-	103	2 07 34	+7 17.1	31.0	0.58
5	0 09	7 09	14 21	106	109	2 58 16	+11 28.5	31.4	0.48
6	0 42	8 01	15 32	112	115	3 51 57	+15 12.1	31.9	0.37
7	1 21	8 58	16 42	118	119	4 49 04	+18 11.1	32.4	0.26
8	2 09	9 57	17 49	120	121	5 49 33	+20 07.4	32.8	0.17
9	3 07	10 59	18 50	121	120	6 52 36	+20 45.1	33.1	0.09
10	4 15	12 02	19 43	119	117	7 56 44	+19 55.1	33.3	0.03
11	5 30	13 04	20 27	115	112	9 00 11	+17 39.2	33.4	0.00
12	6 48	14 02	21 04	110	106	10 01 31	+14 10.1	33.2	0.01
13	8 06	14 57	21 36	103	99	11 00 01	+9 48.5	32.9	0.04
14	9 22	15 49	22 05	95	91	11 55 38	+4 57.5	32.5	0.10
15	10 35	16 39	22 33	88	84	12 48 49	-0 01.7	32.0	0.17
16	11 45	17 28	23 01	80	77	13 40 15	-4 51.1	31.5	0.27
17	12 53	18 15	23 30	74	71	14 30 38	-9 17.0	31.0	0.37
18	13 58	19 03	-	68	-	15 20 35	-13 09.0	30.6	0.47
19	15 00	19 51	0 01	64	66	16 10 35	-16 19.2	30.2	0.57
20	15 58	20 39	0 37	61	62	17 00 53	-18 41.4	29.9	0.66
21	16 52	21 27	1 16	59	60	17 51 29	-20 11.2	29.7	0.75
22	17 41	22 15	2 01	59	59	18 42 15	-20 46.0	29.5	0.83
23	18 23	23 03	2 51	61	59	19 32 49	-20 25.0	29.5	0.89
24	19 01	23 50	3 46	63	62	20 22 53	-19 09.8	29.5	0.94
25	19 34	-	4 44	68	65	21 12 07	-17 04.2	29.5	0.98
26	20 03	0 36	5 44	73	70	22 00 25	-14 13.9	29.6	1.00
27	20 29	1 21	6 46	78	75	22 47 48	-10 46.2	29.8	1.00
28	20 54	2 05	7 49	85	81	23 34 34	-6 49.4	30.0	0.98
29	21 19	2 49	8 53	91	88	0 21 06	-2 32.7	30.2	0.94
30	21 44	3 33	9 58	98	95	1 07 60	+1 54.0	30.4	0.88
31	22 11	4 18	11 04	104	101	1 55 53	+6 20.2	30.7	0.81

4 авг.	21ч19м - посл. четв.	
11	12ч59м - новолуние	
18	10ч49м - перв. четв.	
26	14ч58м - полнолуние	
10 авг.	21ч05м - перигей 358083 км	
23 авг.	14ч23м - апогей 405744 км	

Луна проходит вблизи на угловом расстоянии

Урана	3 авг.	в 23ч 7м	6.0°
Меркурия	11	в 3ч 44м	4.8°
Венеры	14	в 16ч 55м	5.5°
Юпитера	17	в 12ч 21м	4.0°
Сатурна	21	в 11ч 49м	1.7°
Марса	23	в 19ч 10м	6.0°
Нептуна	27	в 13ч 19м	3.0°

СОЛНЦЕ. Сентябрь 2018.

Дата J.D. 2458	Для Одессы				В 0ч земного времени				
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	A	α	δ	η	$S_☉$	d
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′ ″	м с	ч м с	′
1	362.5	6 17	12 57	19 38	103	10 40 35.3	+8 22 28	+0 08	22 40 27	31.7
2	363.5	6 18	12 57	19 36	103	10 44 12.7	+8 00 41	-0 11	22 44 23	31.7
3	364.5	6 19	12 57	19 34	102	10 47 49.9	+7 38 47	-0 30	22 48 20	31.7
4	365.5	6 20	12 56	19 32	102	10 51 26.9	+7 16 45	-0 50	22 52 16	31.7
5	366.5	6 22	12 56	19 30	101	10 55 03.6	+6 54 36	-1 09	22 56 13	31.7
6	367.5	6 23	12 56	19 28	100	10 58 40.1	+6 32 20	-1 29	23 00 10	31.7
7	368.5	6 24	12 55	19 26	100	11 02 16.4	+6 09 57	-1 50	23 04 06	31.7
8	369.5	6 25	12 55	19 24	99	11 05 52.5	+5 47 29	-2 10	23 08 03	31.7
9	370.5	6 27	12 55	19 22	99	11 09 28.5	+5 24 54	-2 31	23 11 59	31.8
10	371.5	6 28	12 54	19 20	98	11 13 04.2	+5 02 14	-2 52	23 15 56	31.8
11	372.5	6 29	12 54	19 19	98	11 16 39.9	+4 39 29	-3 12	23 19 52	31.8
12	373.5	6 30	12 54	19 17	97	11 20 15.4	+4 16 39	-3 33	23 23 49	31.8
13	374.5	6 32	12 53	19 15	97	11 23 50.8	+3 53 45	-3 55	23 27 45	31.8
14	375.5	6 33	12 53	19 13	96	11 27 26.1	+3 30 47	-4 16	23 31 42	31.8
15	376.5	6 34	12 52	19 11	95	11 31 01.3	+3 07 44	-4 37	23 35 39	31.8
16	377.5	6 36	12 52	19 9	95	11 34 36.5	+2 44 39	-4 59	23 39 35	31.8
17	378.5	6 37	12 52	19 7	94	11 38 11.6	+2 21 30	-5 20	23 43 32	31.8
18	379.5	6 38	12 51	19 5	94	11 41 46.8	+1 58 18	-5 41	23 47 28	31.8
19	380.5	6 39	12 51	19 3	93	11 45 21.9	+1 35 05	-6 03	23 51 25	31.8
20	381.5	6 41	12 51	19 1	93	11 48 57.0	+1 11 49	-6 24	23 55 21	31.8
21	382.5	6 42	12 50	18 59	92	11 52 32.2	+0 48 31	-6 46	23 59 18	31.9
22	383.5	6 43	12 50	18 57	92	11 56 07.4	+0 25 12	-7 07	0 03 14	31.9
23	384.5	6 45	12 50	18 55	91	11 59 42.8	+0 01 52	-7 28	0 07 11	31.9
24	385.5	6 46	12 49	18 53	90	12 03 18.2	-0 21 29	-7 49	0 11 08	31.9
25	386.5	6 47	12 49	18 51	90	12 06 53.8	-0 44 50	-8 10	0 15 04	31.9
26	387.5	6 48	12 49	18 49	89	12 10 29.5	-1 08 12	-8 31	0 19 01	31.9
27	388.5	6 50	12 48	18 47	89	12 14 05.4	-1 31 33	-8 52	0 22 57	31.9
28	389.5	6 51	12 48	18 45	88	12 17 41.5	-1 54 54	-9 12	0 26 54	31.9
29	390.5	6 52	12 48	18 43	88	12 21 17.9	-2 18 13	-9 32	0 30 50	31.9
30	391.5	6 54	12 47	18 41	87	12 24 54.5	-2 41 32	-9 52	0 34 47	31.9

Планеты: Меркурий (в нач. мес. утр.), Венера (в нач. мес. веч.?), Марс (веч.!), Юпитер (веч.?), Сатурн (веч.), Уран (!), Нептун (!).

Яркие звезды: вечером – Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб, Фомальгаут, Капелла; утром – Вега, Денеб, Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс.

23 сентября в 4ч55м – осеннее равноденствие.

7 сентября Нептун в противостоянии.

21 сентября Меркурий в верхнем соединении.

26 сентября Сатурн в квадратуре.

Астероиды: Тира, Евтерпа, Урания.

Кометы: 48P/Джонсона, 21P/Джакобини-Циннера, 64P/Свифта-Герельса, 38P/Стефана-Отерма, 46P/Виртанена.

Метеоры: α- и δ-Ауригиды (6 метеоров в час).

17 сентября в 1 час Солнце переходит в созвездие Девы.

ЛУНА. Сентябрь 2018.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	22 42	5 06	12 11	110	108	2 45 28	+10 34.1	31.1	0.72
2	23 18	5 56	13 20	115	113	3 37 24	+14 22.6	31.4	0.62
3	-	6 49	14 29	-	118	4 32 11	+17 31.1	31.8	0.51
4	0 01	7 45	15 35	119	120	5 29 55	+19 43.9	32.1	0.40
5	0 53	8 44	16 37	121	121	6 30 14	+20 46.7	32.5	0.29
6	1 54	9 45	17 31	120	119	7 32 09	+20 28.9	32.8	0.19
7	3 04	10 46	18 18	118	115	8 34 20	+18 47.5	33.0	0.11
8	4 20	11 44	18 57	113	109	9 35 28	+15 49.0	33.1	0.04
9	5 38	12 41	19 32	106	102	10 34 37	+11 48.1	33.0	0.01
10	6 55	13 35	20 02	99	95	11 31 30	+7 05.1	32.8	0.00
11	8 11	14 27	20 31	91	87	12 26 14	+2 02.0	32.5	0.02
12	9 24	15 17	20 59	84	80	13 19 17	-3 00.6	32.0	0.07
13	10 35	16 06	21 28	76	74	14 11 14	-7 45.3	31.6	0.14
14	11 43	16 55	21 59	70	68	15 02 35	-11 58.3	31.1	0.22
15	12 48	17 44	22 34	65	64	15 53 44	-15 29.3	30.6	0.31
16	13 50	18 33	23 12	61	60	16 44 56	-18 11.1	30.2	0.41
17	14 46	19 22	23 56	59	59	17 36 12	-19 58.8	29.9	0.50
18	15 37	20 10	-	59	-	18 27 25	-20 50.1	29.7	0.60
19	16 22	20 58	0 44	60	59	19 18 18	-20 44.4	29.6	0.69
20	17 01	21 46	1 37	62	60	20 08 35	-19 43.4	29.5	0.77
21	17 35	22 32	2 35	66	63	20 58 04	-17 50.4	29.6	0.85
22	18 05	23 17	3 34	71	68	21 46 38	-15 10.6	29.7	0.91
23	18 33	-	4 36	76	73	22 34 22	-11 50.4	29.8	0.96
24	18 58	0 02	5 39	82	79	23 21 32	-7 57.5	30.0	0.99
25	19 23	0 46	6 44	89	86	0 08 30	-3 40.8	30.3	1.00
26	19 48	1 31	7 49	96	92	0 55 46	+0 49.6	30.5	0.99
27	20 15	2 16	8 56	102	99	1 43 55	+5 22.5	30.8	0.96
28	20 44	3 03	10 04	109	106	2 33 34	+9 45.3	31.1	0.91
29	21 18	3 53	11 13	114	112	3 25 16	+13 44.1	31.3	0.84
30	21 58	4 45	12 21	118	117	4 19 23	+17 04.1	31.6	0.76

3 сент.	5ч 39м - посл. четв.
9	21ч 02м - новолуние
17	2ч 16м - перв. четв.
25	5ч 54м - полнолуние
8 сент.	4ч 21м - перигей 361355 км
20 сент.	3ч 54м - апогей 404875 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии			
Меркурия	9 сент.	в 1ч 0м	0.1°
Венеры	12	в 19ч 27м	9.5°
Юпитера	14	в 5ч 8м	3.9°
Сатурна	17	в 19ч 33м	1.2°
Марса	20	в 9ч 36м	4.4°
Нептуна	23	в 17ч 15м	3.3°
Урана	27	в 11ч 7м	5.3°

СОЛНЦЕ. Октябрь 2018.

Дата J.D. 2458	Для Одессы				В 0ч земного времени				
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	A	α	δ	η	$S_\odot$	d
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′ ″	м с	ч м с	′
1	392.5	6 55	12 47	18 39	86	12 28 31.4	-3 04 49	-10 12	0 38 43	31.9
2	393.5	6 56	12 47	18 37	86	12 32 08.6	-3 28 04	-10 31	0 42 40	32.0
3	394.5	6 58	12 46	18 35	85	12 35 46.2	-3 51 17	-10 50	0 46 37	32.0
4	395.5	6 59	12 46	18 33	85	12 39 24.0	-4 14 28	-11 09	0 50 33	32.0
5	396.5	7 0	12 46	18 31	84	12 43 02.2	-4 37 35	-11 27	0 54 30	32.0
6	397.5	7 2	12 45	18 29	84	12 46 40.8	-5 00 39	-11 45	0 58 26	32.0
7	398.5	7 3	12 45	18 27	83	12 50 19.8	-5 23 40	-12 03	1 02 23	32.0
8	399.5	7 4	12 45	18 25	82	12 53 59.2	-5 46 37	-12 20	1 06 19	32.0
9	400.5	7 6	12 44	18 23	82	12 57 39.1	-6 09 29	-12 37	1 10 16	32.0
10	401.5	7 7	12 44	18 21	81	13 01 19.3	-6 32 16	-12 53	1 14 12	32.0
11	402.5	7 8	12 44	18 20	81	13 05 00.1	-6 54 58	-13 09	1 18 09	32.0
12	403.5	7 10	12 44	18 18	80	13 08 41.3	-7 17 34	-13 24	1 22 06	32.0
13	404.5	7 11	12 43	18 16	80	13 12 23.0	-7 40 05	-13 39	1 26 02	32.1
14	405.5	7 12	12 43	18 14	79	13 16 05.2	-8 02 29	-13 53	1 29 59	32.1
15	406.5	7 14	12 43	18 12	79	13 19 47.9	-8 24 46	-14 07	1 33 55	32.1
16	407.5	7 15	12 43	18 10	78	13 23 31.2	-8 46 57	-14 21	1 37 52	32.1
17	408.5	7 16	12 43	18 9	78	13 27 15.0	-9 08 59	-14 33	1 41 48	32.1
18	409.5	7 18	12 42	18 7	77	13 30 59.4	-9 30 54	-14 46	1 45 45	32.1
19	410.5	7 19	12 42	18 5	76	13 34 44.3	-9 52 40	-14 57	1 49 41	32.1
20	411.5	7 21	12 42	18 3	76	13 38 29.9	-10 14 18	-15 08	1 53 38	32.1
21	412.5	7 22	12 42	18 1	75	13 42 16.1	-10 35 46	-15 18	1 57 35	32.1
22	413.5	7 23	12 42	18 0	75	13 46 03.0	-10 57 05	-15 28	2 01 31	32.1
23	414.5	7 25	12 41	17 58	74	13 49 50.5	-11 18 14	-15 37	2 05 28	32.1
24	415.5	7 26	12 41	17 56	74	13 53 38.6	-11 39 13	-15 46	2 09 24	32.2
25	416.5	7 28	12 41	17 55	73	13 57 27.5	-12 00 02	-15 53	2 13 21	32.2
26	417.5	7 29	12 41	17 53	73	14 01 17.1	-12 20 39	-16 00	2 17 17	32.2
27	418.5	7 31	12 41	17 51	72	14 05 07.4	-12 41 05	-16 06	2 21 14	32.2
28	419.5	6 32	11 41	16 50	72	14 08 58.5	-13 01 19	-16 12	2 25 10	32.2
29	420.5	6 33	11 41	16 48	71	14 12 50.4	-13 21 21	-16 17	2 29 07	32.2
30	421.5	6 35	11 41	16 47	71	14 16 43.0	-13 41 11	-16 21	2 33 04	32.2
31	422.5	6 36	11 41	16 45	70	14 20 36.5	-14 00 47	-16 24	2 37 00	32.2

Планеты: Меркурий (в кон. мес. веч.?), Марс (веч.), Юпитер (веч.?), Сатурн (веч.?), Уран (!), Нептун (!).

Яркие звезды: вечером – Арктур, Вега, Альтаир, Денеб, Фомальгаут, Капелла; утром – Денеб, Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс, Регул.

28 окт. в 04ч 00м – переход на зимнее время.

14 окт. Меркурий проходит в 6.8° от планеты Венеры.

24 окт. Уран в противостоянии.

26 окт. Венера в нижнем соединении.

Астероиды: Авзония, Ариадна, Талия.

Кометы: 48P/Джонсона, 21P/Джакобини-Циннера, 64P/Свифта-Герельса, 38P/Стефана-Отерма, 46P/Виртанена.

Метеоры: Драконииды (максимум 8 октября), Орионииды (максимум 21 октября).

31 октября в 12 часов Солнце переходит в созвездие Весов.

ЛУНА. Октябрь 2018.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	22 46	5 40	13 28	121	120	5 16 00	+19 30.6	31.8	0.66
2	23 43	6 37	14 30	121	121	6 14 48	+20 50.4	32.1	0.55
3	-	7 36	15 26	-	120	7 14 58	+20 53.8	32.3	0.43
4	0 48	8 35	16 13	119	117	8 15 25	+19 37.5	32.5	0.32
5	2 00	9 32	16 54	115	112	9 15 05	+17 05.5	32.6	0.22
6	3 15	10 25	17 29	110	106	10 13 12	+13 28.6	32.6	0.13
7	4 31	11 22	18 00	103	99	11 09 30	+9 02.8	32.6	0.06
8	5 46	12 13	18 29	95	91	12 04 04	+4 07.1	32.4	0.02
9	7 00	13 04	18 57	87	84	12 57 17	-0 58.7	32.1	0.00
10	8 13	13 54	19 25	80	77	13 49 41	-5 56.2	31.8	0.01
11	9 24	14 44	19 56	73	70	14 41 43	-10 29.0	31.4	0.04
12	10 32	15 33	20 29	67	65	15 33 43	-14 23.6	31.0	0.10
13	11 37	16 23	21 06	63	61	16 25 52	-17 29.8	30.6	0.17
14	12 36	17 13	21 48	60	59	17 18 05	-19 41.1	30.2	0.25
15	13 30	18 03	22 35	58	58	18 10 10	-20 53.6	29.9	0.34
16	14 18	18 52	23 27	59	59	19 01 48	-21 07.0	29.7	0.43
17	15 00	19 39	-	61	-	19 52 37	-20 22.9	29.6	0.52
18	15 35	20 26	0 23	64	62	20 42 26	-18 45.0	29.6	0.62
19	16 07	21 11	1 22	68	66	21 31 11	-16 18.6	29.6	0.71
20	16 35	21 56	2 23	74	70	22 18 58	-13 09.6	29.8	0.79
21	17 01	22 40	3 25	80	76	23 06 07	-9 24.8	30.0	0.86
22	17 25	23 25	4 29	86	83	23 53 05	-5 12.2	30.3	0.92
23	17 50	-	5 35	93	90	0 40 23	-0 40.8	30.6	0.97
24	18 16	0 11	6 42	100	97	1 28 40	+3 58.7	30.9	0.99
25	18 45	0 58	7 51	107	104	2 18 32	+8 33.4	31.2	1.00
26	19 18	1 47	9 01	112	110	3 10 34	+12 48.5	31.5	0.98
27	19 56	2 40	10 12	117	116	4 05 06	+16 27.5	31.8	0.94
28	19 42	3 35	10 22	121	120	5 02 10	+19 13.9	32.0	0.87
29	20 37	3 32	11 26	122	121	6 01 19	+20 53.2	32.1	0.79
30	21 39	4 31	12 24	120	121	7 01 38	+21 15.2	32.2	0.69
31	22 48	5 30	13 14	117	119	8 01 54	+20 17.1	32.3	0.58

2 окт.	12ч 47м - посл. четв.
9	6ч 47м - новолуние
16	21ч 02м - перв. четв.
24	19ч 47м - полнолуние
31	18ч 42м - посл. четв.
6 окт.	1ч29м - перигей 366396 км
17 окт.	22ч16м - апогей 404227 км
31 окт.	22ч05м - перигей 370201 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии			
Меркурия	10 окт.	в	3ч 2м	5.3°
Венеры	10	в	18ч 58м	12.2°
Юпитера	12	в	0ч 59м	3.5°
Сатурна	15	в	5ч 44м	1.4°
Марса	18	в	14ч 42м	1.2°
Нептуна	21	в	2ч 24м	3.0°
Урана	24	в	14ч 50м	5.6°
Юпитера	30	в	5ч 36м	3.3°

СОЛНЦЕ. Ноябрь 2018.

Дата J.D. 2458	Для Одессы				В 0ч земного времени				
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	A	α	δ	η	$S_\odot$	d
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′ ″	м с	ч м с	′
1 423.5	6 38	11 41	16 43	70	14 24 30.7	-14 20 11	-16 26	2 40 57	32.2
2 424.5	6 39	11 41	16 42	69	14 28 25.7	-14 39 20	-16 27	2 44 53	32.2
3 425.5	6 41	11 41	16 41	69	14 32 21.6	-14 58 16	-16 28	2 48 50	32.2
4 426.5	6 42	11 41	16 39	68	14 36 18.3	-15 16 57	-16 28	2 52 46	32.2
5 427.5	6 44	11 41	16 38	68	14 40 15.8	-15 35 23	-16 27	2 56 43	32.3
6 428.5	6 45	11 41	16 36	68	14 44 14.2	-15 53 34	-16 25	3 00 39	32.3
7 429.5	6 46	11 41	16 35	67	14 48 13.4	-16 11 29	-16 23	3 04 36	32.3
8 430.5	6 48	11 41	16 34	67	14 52 13.5	-16 29 07	-16 19	3 08 33	32.3
9 431.5	6 49	11 41	16 32	66	14 56 14.4	-16 46 29	-16 15	3 12 29	32.3
10 432.5	6 51	11 41	16 31	66	15 00 16.1	-17 03 34	-16 10	3 16 26	32.3
11 433.5	6 52	11 41	16 30	65	15 04 18.7	-17 20 22	-16 04	3 20 22	32.3
12 434.5	6 54	11 41	16 29	65	15 08 22.1	-17 36 52	-15 57	3 24 19	32.3
13 435.5	6 55	11 41	16 27	65	15 12 26.4	-17 53 03	-15 49	3 28 15	32.3
14 436.5	6 57	11 41	16 26	64	15 16 31.4	-18 08 56	-15 40	3 32 12	32.3
15 437.5	6 58	11 42	16 25	64	15 20 37.4	-18 24 30	-15 31	3 36 08	32.3
16 438.5	6 59	11 42	16 24	63	15 24 44.1	-18 39 44	-15 21	3 40 05	32.3
17 439.5	7 1	11 42	16 23	63	15 28 51.7	-18 54 38	-15 10	3 44 02	32.3
18 440.5	7 2	11 42	16 22	63	15 33 00.0	-19 09 12	-14 58	3 47 58	32.4
19 441.5	7 4	11 42	16 21	62	15 37 09.2	-19 23 26	-14 45	3 51 55	32.4
20 442.5	7 5	11 43	16 20	62	15 41 19.2	-19 37 18	-14 32	3 55 51	32.4
21 443.5	7 6	11 43	16 19	61	15 45 30.0	-19 50 49	-14 18	3 59 48	32.4
22 444.5	7 8	11 43	16 18	61	15 49 41.7	-20 03 58	-14 03	4 03 44	32.4
23 445.5	7 9	11 43	16 17	61	15 53 54.1	-20 16 45	-13 47	4 07 41	32.4
24 446.5	7 10	11 44	16 17	60	15 58 07.2	-20 29 10	-13 30	4 11 37	32.4
25 447.5	7 12	11 44	16 16	60	16 02 21.2	-20 41 12	-13 13	4 15 34	32.4
26 448.5	7 13	11 44	16 15	60	16 06 35.9	-20 52 51	-12 55	4 19 31	32.4
27 449.5	7 14	11 44	16 15	60	16 10 51.4	-21 04 07	-12 36	4 23 27	32.4
28 450.5	7 16	11 45	16 14	59	16 15 07.7	-21 14 59	-12 16	4 27 24	32.4
29 451.5	7 17	11 45	16 13	59	16 19 24.6	-21 25 27	-11 56	4 31 20	32.4
30 452.5	7 18	11 45	16 13	59	16 23 42.3	-21 35 31	-11 34	4 35 17	32.4

Планеты: Меркурий (в нач. мес. веч.?), Венера (утр.), Марс (веч.), Сатурн (веч.?), Уран (!), Нептун (веч.!).

Яркие звезды: вечером – Вега, Альтаир, Денеб, Фомальгаут, Альдебаран, Капелла; утром – Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс, Регул, Спика, Арктур.

6 ноября Меркурий в наибольшей восточной элонгации 23°.

26 ноября Юпитер в соединении.

27 ноября Меркурий в нижнем соединении.

Астероиды: Юнона, Виктория.

Кометы: 48P/Джонсона, 21P/Джакобини-Циннера, 64P/Свифта-Герельса, 38P/Стефана-Отерма, 46P/Виртанена.

14-21 ноября – метеорный поток Леонид (максимум 18 ноября).

23 ноября в 14 часов Солнце переходит в созвездие Скорпиона.

30 ноября в 3 часа Солнце переходит в созвездие Змееносца.

ЛУНА. Ноябрь 2018.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	-	6 27	13 55	-	114	9 01 03	+18 03.1	32.3	0.47
2	0 01	7 22	14 31	112	108	9 58 22	+14 43.9	32.3	0.35
3	1 15	8 15	15 02	105	102	10 53 40	+10 34.2	32.2	0.25
4	2 29	9 05	15 30	98	94	11 47 09	+5 50.7	32.1	0.16
5	3 41	9 55	15 57	91	87	12 39 20	+0 50.7	31.9	0.09
6	4 51	10 44	16 25	83	80	13 30 49	-4 08.9	31.7	0.04
7	6 04	11 33	16 53	76	73	14 22 10	-8 52.2	31.4	0.01
8	7 14	12 23	17 25	69	67	15 13 50	-13 04.5	31.1	0.00
9	8 21	13 13	18 00	64	63	16 05 59	-16 33.6	30.8	0.02
10	9 24	14 03	18 40	60	59	16 58 37	-19 09.9	30.4	0.06
11	10 21	14 54	19 25	58	58	17 51 23	-20 47.4	30.1	0.11
12	11 13	15 44	20 16	58	58	18 43 50	-21 23.6	29.9	0.18
13	11 57	16 32	21 10	59	60	19 35 29	-20 59.8	29.7	0.26
14	12 35	17 19	22 08	62	63	20 25 56	-19 39.7	29.6	0.35
15	13 08	18 05	23 08	66	68	21 15 03	-17 28.9	29.6	0.44
16	13 37	18 50	-	71	-	22 02 53	-14 33.9	29.6	0.54
17	14 03	19 33	0 10	77	73	22 49 46	-11 01.6	29.8	0.63
18	14 28	20 17	1 13	83	80	23 36 11	-6 59.0	30.1	0.72
19	14 52	21 02	2 17	90	86	0 22 47	-2 33.8	30.4	0.80
20	15 17	21 48	3 23	97	93	1 10 15	+2 04.9	30.8	0.88
21	15 44	22 37	4 31	104	100	1 59 23	+6 46.0	31.2	0.94
22	16 15	23 29	5 42	110	107	2 50 52	+11 15.6	31.6	0.98
23	16 51	-	6 54	116	113	3 45 16	+15 16.9	32.0	1.00
24	17 35	0 24	8 07	120	118	4 42 46	+18 30.9	32.3	0.99
25	18 27	1 23	9 16	122	121	5 42 58	+20 39.5	32.5	0.96
26	19 29	2 23	10 19	121	122	6 44 51	+21 28.7	32.6	0.90
27	20 38	3 23	11 13	119	120	7 46 54	+20 52.5	32.6	0.82
28	21 51	4 22	11 58	114	116	8 47 38	+18 54.8	32.5	0.72
29	23 05	5 19	12 35	108	111	9 46 04	+15 47.4	32.4	0.62
30	-	6 12	13 07	-	104	10 41 51	+11 46.8	32.2	0.50

7 нояб. 18ч 02м - новолуние
15 16ч 54м - перв. четв.
23 7ч 41м - полнолуние
30 2ч 21м - посл. четв.

14 нояб. 17ч57м - апогей 404341 км
26 нояб. 14ч10м - перигей 366623 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии		
Венеры	6 нояб.	в 3ч 15м	9.1°
Юпитера	8	в 20ч 40м	3.1°
Меркурия	9	в 13ч 45м	5.9°
Сатурна	11	в 18ч 32м	0.7°
Марса	20	в 6ч 19м	1.5°
Нептуна	17	в 7ч 49м	3.3°
Урана	20	в 21ч 37м	5.5°

СОЛНЦЕ. Декабрь 2018.

Дата	J.D. 2458	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м	$t_з$ ч м	A °	В 0ч земного времени α ч м с	δ ° ′ ″	η м с	$S_☉$ ч м с	d ′
1	453.5	7 19	11 46	16 12	59	16 28 00.7	-21 45 11	-11 13	4 39 13	32.4
2	454.5	7 21	11 46	16 12	58	16 32 19.7	-21 54 25	-10 50	4 43 10	32.4
3	455.5	7 22	11 47	16 12	58	16 36 39.4	-22 03 14	-10 27	4 47 06	32.4
4	456.5	7 23	11 47	16 11	58	16 40 59.7	-22 11 38	-10 03	4 51 03	32.5
5	457.5	7 24	11 47	16 11	58	16 45 20.6	-22 19 36	-9 39	4 55 00	32.5
6	458.5	7 25	11 48	16 11	57	16 49 42.1	-22 27 08	-9 14	4 58 56	32.5
7	459.5	7 26	11 48	16 10	57	16 54 04.2	-22 34 14	-8 48	5 02 53	32.5
8	460.5	7 27	11 49	16 10	57	16 58 26.7	-22 40 53	-8 22	5 06 49	32.5
9	461.5	7 28	11 49	16 10	57	17 02 49.8	-22 47 06	-7 56	5 10 46	32.5
10	462.5	7 29	11 50	16 10	57	17 07 13.2	-22 52 52	-7 29	5 14 42	32.5
11	463.5	7 30	11 50	16 10	57	17 11 37.1	-22 58 10	-7 02	5 18 39	32.5
12	464.5	7 31	11 50	16 10	56	17 16 01.4	-23 03 02	-6 34	5 22 35	32.5
13	465.5	7 32	11 51	16 10	56	17 20 26.0	-23 07 26	-6 06	5 26 32	32.5
14	466.5	7 33	11 51	16 10	56	17 24 50.9	-23 11 22	-5 38	5 30 29	32.5
15	467.5	7 33	11 52	16 10	56	17 29 16.1	-23 14 51	-5 09	5 34 25	32.5
16	468.5	7 34	11 52	16 11	56	17 33 41.6	-23 17 52	-4 40	5 38 22	32.5
17	469.5	7 35	11 53	16 11	56	17 38 07.3	-23 20 25	-4 11	5 42 18	32.5
18	470.5	7 36	11 53	16 11	56	17 42 33.1	-23 22 30	-3 42	5 46 15	32.5
19	471.5	7 36	11 54	16 12	56	17 46 59.1	-23 24 06	-3 12	5 50 11	32.5
20	472.5	7 37	11 54	16 12	56	17 51 25.3	-23 25 15	-2 43	5 54 08	32.5
21	473.5	7 37	11 55	16 12	56	17 55 51.5	-23 25 55	-2 13	5 58 04	32.5
22	474.5	7 38	11 55	16 13	56	18 00 17.8	-23 26 07	-1 43	6 02 01	32.5
23	475.5	7 38	11 56	16 13	56	18 04 44.1	-23 25 51	-1 13	6 05 58	32.5
24	476.5	7 39	11 56	16 14	56	18 09 10.4	-23 25 07	-0 44	6 09 54	32.5
25	477.5	7 39	11 57	16 14	56	18 13 36.7	-23 23 54	-0 14	6 13 51	32.5
26	478.5	7 40	11 57	16 15	56	18 18 02.9	-23 22 14	+0 16	6 17 47	32.5
27	479.5	7 40	11 58	16 16	56	18 22 29.1	-23 20 05	+0 45	6 21 44	32.5
28	480.5	7 40	11 58	16 17	56	18 26 55.1	-23 17 28	+1 15	6 25 40	32.5
29	481.5	7 40	11 59	16 17	56	18 31 21.0	-23 14 23	+1 44	6 29 37	32.5
30	482.5	7 40	11 59	16 18	56	18 35 46.6	-23 10 50	+2 13	6 33 33	32.5
31	483.5	7 41	12 00	16 19	56	18 40 12.1	-23 06 49	+2 42	6 37 30	32.5

Планеты: Меркурий (утр.!), Венера (утр.!), Марс (веч.), Юпитер (в конце мес. утр.?), Сатурн (веч.?), Уран (веч.!), Нептун (веч.).

Яркие звезды: вечером – Вега, Альтаир, Денеб, Фомальгаут, Альдебаран, Капелла, Ригель, Бетельгейзе, Кастор, Поллукс; утром – Альдебаран, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс, Регул, Спика, Арктур, Вега.

22 декабря 0ч23м – зимнее солнцестояние.

8 дек. Нептун в квадратуре.

10 дек. Марс в квадратуре.

15 дек. Меркурий в наибольшей западной элонгации 21°.

21 дек. Меркурий проходит в 0.9° от Юпитера.

Астероиды: Гармония, Саппо, Геба.

Кометы: 21P/Джакобини-Циннера, 64P/Свифта-Герельса, 38P/Стефана-Отерма, 46P/Виртанена.

7-17 декабря – метеорный поток Геминид (максимум 14 декабря).

18 декабря в 12 часов Солнце переходит в созвездие Стрельца.

ЛУНА. Декабрь 2018.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	0 18	7 03	13 35	101	97	11 35 13	+7 10.7	31.9	0.39
2	1 30	7 52	14 02	93	90	12 26 46	+2 16.2	31.7	0.29
3	2 41	8 40	14 28	86	82	13 17 15	-2 41.1	31.4	0.19
4	3 50	9 27	14 55	79	75	14 07 25	-7 26.6	31.2	0.12
5	4 59	10 16	15 24	72	69	14 57 52	-11 47.2	30.9	0.06
6	6 06	11 05	15 57	66	64	15 49 01	-15 30.6	30.7	0.02
7	7 11	11 55	16 35	62	60	16 40 58	-18 26.3	30.4	0.00
8	8 11	12 45	17 17	59	58	17 33 32	-20 26.2	30.2	0.01
9	9 05	13 36	18 06	58	58	18 26 14	-21 25.6	29.9	0.03
10	9 53	14 25	18 59	58	59	19 18 28	-21 23.6	29.7	0.07
11	10 34	15 13	19 56	60	62	20 09 38	-20 22.7	29.6	0.12
12	11 09	15 59	20 56	64	66	20 59 22	-18 28.5	29.5	0.19
13	11 39	16 44	21 56	69	71	21 47 34	-15 48.0	29.5	0.27
14	12 06	17 28	22 58	74	77	22 34 24	-12 28.7	29.6	0.36
15	12 30	18 11	-	80	-	23 20 20	-8 38.3	29.8	0.45
16	12 54	18 54	0 00	86	83	0 05 58	-4 24.0	30.0	0.55
17	13 18	19 38	1 04	93	90	0 52 03	+0 06.4	30.4	0.65
18	13 43	20 25	2 10	100	97	1 39 26	+4 43.9	30.8	0.74
19	14 11	21 14	3 18	107	104	2 28 58	+9 17.4	31.3	0.83
20	14 44	22 07	4 29	113	110	3 21 29	+13 32.6	31.8	0.90
21	15 24	23 05	5 42	118	116	4 17 34	+17 11.7	32.3	0.96
22	16 12	-	6 54	121	120	5 17 14	+19 54.5	32.7	0.99
23	17 11	0 06	8 03	122	122	6 19 50	+21 22.0	32.9	1.00
24	18 20	1 08	9 03	120	121	7 23 51	+21 21.2	33.1	0.98
25	19 34	2 11	9 53	116	118	8 27 22	+19 50.4	33.1	0.93
26	20 51	3 10	10 35	110	113	9 28 48	+16 59.1	32.9	0.85
27	22 07	4 07	11 10	103	107	10 27 12	+13 05.3	32.7	0.76
28	23 20	5 00	11 40	96	99	11 22 32	+8 30.1	32.3	0.66
29	-	5 50	12 08	-	92	12 15 16	+3 33.6	32.0	0.55
30	0 32	6 38	12 34	88	85	13 06 12	-1 26.6	31.6	0.44
31	1 42	7 26	13 00	81	78	13 56 10	-6 16.1	31.2	0.33

7 дек.	9ч 21м - новолуние
15	13ч 49м - перв. четв.
22	19ч 50м - полнолуние
29	11ч 36м - посл. четв.
12 дек.	14ч45м - апогей 405177 км
24 дек.	11ч52м - перигей 361060 км

Луна проходит вблизи на угловом расстоянии

Венеры	3 дек.	в 20ч 47м	3.0°
Меркурия	5	в 23ч 0м	1.4°
Юпитера	6	в 16ч 37м	2.6°
Нептуна	7	в 16ч 44м	0.0°
Сатурна	9	в 6ч 6м	0.6°
Нептуна	14	в 15ч 39м	3.8°
Марса	15	в 2ч 25м	4.0°
Урана	18	в 6ч 32м	5.6°

НАЧАЛО И ОКОНЧАНИЕ СУМЕРЕК

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2018.

	Январь								Февраль							
Да-	Гражданские		Навигационные		Астрономические				Гражданские		Навигационные		Астрономические			
та	Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец	
	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м
1	7	6	16	55	6	28	17	33	5	51	18	10	6	49	17	32	6	13	18	8	5	37	18	44
2	7	6	16	56	6	28	17	34	5	51	18	10	6	48	17	34	6	12	18	10	5	36	18	45
3	7	6	16	57	6	28	17	35	5	51	18	11	6	47	17	35	6	11	18	11	5	35	18	46
4	7	6	16	58	6	28	17	36	5	51	18	12	6	45	17	36	6	9	18	12	5	34	18	48
5	7	6	16	58	6	28	17	37	5	51	18	13	6	44	17	38	6	8	18	14	5	33	18	49
6	7	6	16	59	6	28	17	37	5	51	18	14	6	43	17	39	6	7	18	15	5	32	18	50
7	7	6	17	1	6	28	17	38	5	51	18	15	6	42	17	41	6	6	18	16	5	31	18	52
8	7	5	17	2	6	28	17	39	5	51	18	16	6	40	17	42	6	5	18	18	5	29	18	53
9	7	5	17	3	6	27	17	40	5	51	18	17	6	39	17	44	6	3	18	19	5	28	18	54
10	7	5	17	4	6	27	17	42	5	51	18	18	6	37	17	45	6	2	18	21	5	27	18	56
11	7	5	17	5	6	27	17	43	5	51	18	19	6	36	17	46	6	1	18	22	5	26	18	57
12	7	4	17	6	6	27	17	44	5	50	18	20	6	35	17	48	5	59	18	23	5	24	18	58
13	7	4	17	7	6	26	17	45	5	50	18	21	6	33	17	49	5	58	18	25	5	23	19	0
14	7	3	17	8	6	26	17	46	5	50	18	22	6	32	17	51	5	56	18	26	5	21	19	1
15	7	3	17	10	6	26	17	47	5	49	18	23	6	30	17	52	5	55	18	27	5	20	19	2
16	7	2	17	11	6	25	17	48	5	49	18	24	6	29	17	54	5	53	18	29	5	19	19	4
17	7	2	17	12	6	25	17	49	5	49	18	25	6	27	17	55	5	52	18	30	5	17	19	5
18	7	1	17	13	6	24	17	51	5	48	18	27	6	26	17	56	5	50	18	32	5	16	19	6
19	7	1	17	15	6	23	17	52	5	48	18	28	6	24	17	58	5	49	18	33	5	14	19	8
20	7	0	17	16	6	23	17	53	5	47	18	29	6	22	17	59	5	47	18	34	5	12	19	9
21	6	59	17	17	6	22	17	54	5	46	18	30	6	21	18	1	5	46	18	36	5	11	19	11
22	6	58	17	19	6	22	17	55	5	46	18	31	6	19	18	2	5	44	18	37	5	9	19	12
23	6	58	17	20	6	21	17	57	5	45	18	32	6	17	18	4	5	42	18	39	5	8	19	13
24	6	57	17	21	6	20	17	58	5	44	18	34	6	16	18	5	5	41	18	40	5	6	19	15
25	6	56	17	23	6	19	17	59	5	44	18	35	6	14	18	6	5	39	18	41	5	4	19	16
26	6	55	17	24	6	18	18	1	5	43	18	36	6	12	18	8	5	37	18	43	5	2	19	18
27	6	54	17	25	6	18	18	2	5	42	18	37	6	10	18	9	5	36	18	44	5	1	19	19
28	6	53	17	27	6	17	18	3	5	41	18	39	6	9	18	11	5	34	18	45	4	59	19	20
29	6	52	17	28	6	16	18	4	5	40	18	40												
30	6	51	17	29	6	15	18	6	5	39	18	41												
31	6	50	17	31	6	14	18	7	5	38	18	42												

Физические

Скорость света в вакууме $c = 2.99792 \cdot 10^8$ м/с

Гравитационная постоянная (сила притяжения двух точечных масс по 1 кг на расстоянии 1 м) $G = 6.673 \cdot 10^{-11}$ Н·м^2/кг^2

Постоянная Планка (квант действия, граница применимости понятий классической физики) $h = 6.6262 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Постоянная Больцмана (изменение средней энергии частицы при изменении температуры на 1 К) $k = 1.38066 \cdot 10^{-23}$ Дж/К

Число Авогадро (количество молекул, атомов, ионов в 1 моле, то есть в массе вещества в граммах, численно равной атомной массе молекулы, атома) $N_A = 6.0222 \cdot 10^{23}$ 1/моль

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2018.

	Март								Апрель							
Да-	Гражданские		Навигационные		Астрономические				Гражданские		Навигационные		Астрономические			
та	Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец	
	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м
1	6	7	18	12	5	32	18	47	4	57	19	22	6	7	19	55	5	31	20	31	4	53	21	10
2	6	5	18	13	5	30	18	48	4	55	19	23	6	5	19	57	5	29	20	33	4	50	21	11
3	6	3	18	15	5	28	18	50	4	53	19	25	6	3	19	58	5	26	20	35	4	48	21	13
4	6	2	18	16	5	27	18	51	4	52	19	26	6	1	19	59	5	24	20	36	4	46	21	15
5	6	0	18	18	5	25	18	52	4	50	19	28	5	59	20	1	5	22	20	38	4	43	21	16
6	5	58	18	19	5	23	18	54	4	48	19	29	5	57	20	2	5	20	20	39	4	41	21	18
7	5	56	18	20	5	21	18	55	4	46	19	30	5	55	20	4	5	18	20	41	4	39	21	20
8	5	54	18	22	5	19	18	57	4	44	19	32	5	53	20	5	5	16	20	42	4	36	21	22
9	5	52	18	23	5	17	18	58	4	42	19	33	5	51	20	6	5	14	20	44	4	34	21	24
10	5	50	18	25	5	15	18	59	4	40	19	35	5	49	20	8	5	12	20	45	4	32	21	25
11	5	48	18	26	5	13	19	1	4	38	19	36	5	47	20	9	5	9	20	47	4	29	21	27
12	5	46	18	27	5	12	19	2	4	36	19	38	5	45	20	11	5	7	20	49	4	27	21	29
13	5	45	18	29	5	10	19	4	4	34	19	39	5	43	20	12	5	5	20	50	4	24	21	31
14	5	43	18	30	5	8	19	5	4	32	19	41	5	41	20	14	5	3	20	52	4	22	21	33
15	5	41	18	32	5	6	19	7	4	30	19	42	5	39	20	15	5	1	20	53	4	20	21	35
16	5	39	18	33	5	4	19	8	4	28	19	44	5	37	20	17	4	59	20	55	4	17	21	37
17	5	37	18	34	5	2	19	9	4	26	19	45	5	36	20	18	4	57	20	57	4	15	21	39
18	5	35	18	36	5	0	19	11	4	24	19	47	5	34	20	19	4	55	20	58	4	12	21	41
19	5	33	18	37	4	58	19	12	4	21	19	48	5	32	20	21	4	53	21	0	4	10	21	42
20	5	31	18	38	4	56	19	14	4	19	19	50	5	30	20	22	4	51	21	2	4	8	21	44
21	5	29	18	40	4	54	19	15	4	17	19	52	5	28	20	24	4	48	21	3	4	5	21	46
22	5	27	18	41	4	51	19	17	4	15	19	53	5	26	20	25	4	46	21	5	4	3	21	48
23	5	25	18	43	4	49	19	18	4	13	19	55	5	24	20	27	4	44	21	7	4	0	21	51
24	5	23	18	44	4	47	19	20	4	11	19	56	5	22	20	28	4	42	21	8	3	58	21	53
25	6	21	19	45	5	45	20	21	5	8	20	58	5	21	20	30	4	40	21	10	3	56	21	55
26	6	19	19	47	5	43	20	23	5	6	21	0	5	19	20	31	4	38	21	12	3	53	21	57
27	6	17	19	48	5	41	20	24	5	4	21	1	5	17	20	33	4	36	21	13	3	51	21	59
28	6	15	19	50	5	39	20	25	5	2	21	3	5	15	20	34	4	34	21	15	3	48	22	1
29	6	13	19	51	5	37	20	27	4	59	21	5	5	13	20	35	4	32	21	17	3	46	22	3
30	6	11	19	52	5	35	20	28	4	57	21	6	5	12	20	37	4	30	21	18	3	44	22	5
31	6	9	19	54	5	33	20	30	4	55	21	8												

постоянные

Постоянная Стефана-Больцмана (коэффициент пропорциональности, связывающий светимость (мощность) единицы излучающей поверхности черного тела с его температурой в законе Стефана-Больцмана $F = \sigma T^4$) $\sigma = 5.6703 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м^{2}сек^2)
Заряд электрона $e = -1.60219 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя электрона $m_e = 9.10953 \cdot 10^{-31}$ кг
Масса покоя протона $m_p = 1.67265 \cdot 10^{-27}$ кг
Масса покоя нейтрона $m_n = 1.67495 \cdot 10^{-27}$ кг
Электрон-вольт 1 эВ = $1.60219 \cdot 10^{-19}$ Дж
Секунда 1 с = 9 192 631 770 периодов электромагнитных колебаний при переходе между сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия (Cs)

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2018.

	Май								Июнь							
Да-	Гражданские				Навигационные				Астрономические				Гражданские				Навигационные				Астрономические			
та	Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец	
	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м
1	5	10	20	38	4	28	21	20	3	41	22	7	4	30	21	19	3	40	22	10	2	33	23	17
2	5	8	20	40	4	26	21	22	3	39	22	9	4	30	21	20	3	39	22	11	2	31	23	19
3	5	7	20	41	4	24	21	23	3	36	22	12	4	29	21	21	3	38	22	12	2	30	23	20
4	5	5	20	43	4	23	21	25	3	34	22	14	4	28	21	22	3	37	22	13	2	28	23	22
5	5	3	20	44	4	21	21	27	3	31	22	16	4	28	21	23	3	37	22	14	2	27	23	24
6	5	2	20	46	4	19	21	29	3	29	22	18	4	27	21	24	3	36	22	15	2	25	23	26
7	5	0	20	47	4	17	21	30	3	27	22	21	4	27	21	25	3	35	22	17	2	24	23	28
8	4	59	20	48	4	15	21	32	3	24	22	23	4	26	21	26	3	34	22	18	2	23	23	29
9	4	57	20	50	4	13	21	34	3	22	22	25	4	26	21	26	3	34	22	18	2	21	23	31
10	4	56	20	51	4	11	21	35	3	20	22	27	4	26	21	27	3	33	22	19	2	20	23	33
11	4	54	20	53	4	10	21	37	3	17	22	30	4	25	21	28	3	33	22	20	2	19	23	34
12	4	53	20	54	4	8	21	39	3	15	22	32	4	25	21	28	3	33	22	21	2	18	23	35
13	4	51	20	56	4	6	21	41	3	13	22	34	4	25	21	29	3	32	22	22	2	17	23	37
14	4	50	20	57	4	5	21	42	3	10	22	36	4	25	21	30	3	32	22	22	2	17	23	38
15	4	48	20	58	4	3	21	44	3	8	22	39	4	25	21	30	3	32	22	23	2	16	23	39
16	4	47	21	0	4	1	21	46	3	6	22	41	4	25	21	31	3	32	22	24	2	16	23	40
17	4	46	21	1	4	0	21	47	3	4	22	43	4	25	21	31	3	31	22	24	2	15	23	40
18	4	44	21	2	3	58	21	49	3	1	22	46	4	25	21	32	3	31	22	25	2	15	23	41
19	4	43	21	4	3	57	21	50	2	59	22	48	4	25	21	32	3	32	22	25	2	15	23	42
20	4	42	21	5	3	55	21	52	2	57	22	50	4	25	21	32	3	32	22	25	2	15	23	42
21	4	41	21	6	3	54	21	54	2	55	22	52	4	25	21	32	3	32	22	26	2	15	23	43
22	4	40	21	8	3	52	21	55	2	53	22	55	4	25	21	33	3	32	22	26	2	15	23	43
23	4	39	21	9	3	51	21	57	2	50	22	57	4	25	21	33	3	32	22	26	2	16	23	43
24	4	38	21	10	3	49	21	58	2	48	22	59	4	26	21	33	3	33	22	26	2	16	23	43
25	4	37	21	11	3	48	22	0	2	46	23	2	4	26	21	33	3	33	22	26	2	17	23	43
26	4	36	21	13	3	47	22	1	2	44	23	4	4	27	21	33	3	33	22	26	2	17	23	42
27	4	35	21	14	3	46	22	3	2	42	23	6	4	27	21	33	3	34	22	26	2	18	23	42
28	4	34	21	15	3	44	22	4	2	40	23	8	4	27	21	33	3	35	22	26	2	19	23	41
29	4	33	21	16	3	43	22	6	2	38	23	10	4	28	21	33	3	35	22	26	2	20	23	41
30	4	32	21	17	3	42	22	7	2	37	23	12	4	29	21	33	3	36	22	25	2	21	23	40
31	4	31	21	18	3	41	22	8	2	35	23	14												

Электромагнитный спектр

Диапазон	Приблизительные границы диапазонов		
	По длинам волн	По частотам	По энергии кванта
Гамма-излучение	0.01 нм	$3 \cdot 10^{19}$ Гц	120 кэВ
Рентгеновское излучение	10 нм	$3 \cdot 10^{16}$ Гц	120 эВ
Ультрафиолетовое излучение	380 нм	$8 \cdot 10^{14}$ Гц	3.3 эВ
Видимый свет	760 нм	$4 \cdot 10^{14}$ Гц	1.7 эВ
Инфракрасное излучение	1 мм	$3 \cdot 10^{11}$ Гц	0.001 эВ
Радиоволны			

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2018.

	Июль												Август									
Да-	Гражданские				Навигационные				Астрономические				Гражданские				Навигационные				Астрономические			
та	Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец	
	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м
1	4	29	21	32	3	37	22	25	2	22	23	39	5	3	21	4	4	18	21	49	3	25	22	42
2	4	30	21	32	3	37	22	25	2	24	23	38	5	4	21	3	4	20	21	47	3	27	22	40
3	4	31	21	32	3	38	22	24	2	25	23	37	5	5	21	1	4	21	21	45	3	29	22	37
4	4	31	21	32	3	39	22	24	2	27	23	36	5	7	21	0	4	23	21	44	3	31	22	35
5	4	32	21	31	3	40	22	23	2	28	23	35	5	8	20	58	4	24	21	42	3	34	22	33
6	4	33	21	31	3	41	22	22	2	30	23	34	5	9	20	57	4	26	21	40	3	36	22	30
7	4	34	21	30	3	42	22	22	2	32	23	32	5	11	20	55	4	28	21	38	3	38	22	28
8	4	35	21	30	3	43	22	21	2	33	23	31	5	12	20	53	4	29	21	36	3	40	22	25
9	4	35	21	29	3	44	22	20	2	35	23	29	5	14	20	52	4	31	21	34	3	42	22	23
10	4	36	21	28	3	46	22	19	2	37	23	28	5	15	20	50	4	33	21	32	3	44	22	21
11	4	37	21	28	3	47	22	18	2	39	23	26	5	16	20	48	4	34	21	30	3	47	22	18
12	4	38	21	27	3	48	22	17	2	41	23	24	5	18	20	47	4	36	21	28	3	49	22	16
13	4	39	21	26	3	49	22	16	2	43	23	22	5	19	20	45	4	38	21	26	3	51	22	13
14	4	40	21	25	3	51	22	15	2	45	23	21	5	21	20	43	4	39	21	24	3	53	22	11
15	4	41	21	25	3	52	22	14	2	47	23	19	5	22	20	41	4	41	21	22	3	55	22	8
16	4	43	21	24	3	53	22	13	2	49	23	17	5	23	20	40	4	43	21	20	3	57	22	6
17	4	44	21	23	3	55	22	12	2	52	23	15	5	25	20	38	4	44	21	18	3	59	22	4
18	4	45	21	22	3	56	22	10	2	54	23	13	5	26	20	36	4	46	21	16	4	1	22	1
19	4	46	21	21	3	58	22	9	2	56	23	11	5	28	20	34	4	47	21	14	4	3	21	59
20	4	47	21	20	3	59	22	8	2	58	23	9	5	29	20	32	4	49	21	12	4	5	21	56
21	4	48	21	19	4	0	22	6	3	0	23	7	5	30	20	30	4	51	21	10	4	7	21	54
22	4	50	21	17	4	2	22	5	3	2	23	5	5	32	20	28	4	52	21	8	4	9	21	51
23	4	51	21	16	4	4	22	4	3	5	23	2	5	33	20	27	4	54	21	6	4	11	21	49
24	4	52	21	15	4	5	22	2	3	7	23	0	5	34	20	25	4	55	21	4	4	13	21	46
25	4	53	21	14	4	7	22	1	3	9	22	58	5	36	20	23	4	57	21	2	4	15	21	44
26	4	55	21	13	4	8	21	59	3	11	22	56	5	37	20	21	4	58	21	0	4	16	21	42
27	4	56	21	11	4	10	21	57	3	14	22	53	5	39	20	19	5	0	20	57	4	18	21	39
28	4	57	21	10	4	11	21	56	3	16	22	51	5	40	20	17	5	2	20	55	4	20	21	37
29	4	59	21	9	4	13	21	54	3	18	22	49	5	41	20	15	5	3	20	53	4	22	21	34
30	5	0	21	7	4	15	21	52	3	20	22	47	5	43	20	13	5	5	20	51	4	24	21	32
31	5	1	21	6	4	16	21	51	3	23	22	44	5	44	20	11	5	6	20	49	4	26	21	30

Данные о Земле

Среднее расстояние от Солнца	149597870 км
Период обращения вокруг Солнца (сидерический год)	365.2564 сут
Средняя скорость движения по орбите вокруг Солнца	29.79 км/с
Средний радиус	6371 км
Масса	$5.974 \cdot 10^{24}$ кг
Средняя плотность	5.517 г/см^3
Среднее ускорение свободного падения на поверхности	9.806 м/с^2
Сидерический период вращения вокруг оси (звездные сутки)	23ч56м04с
Средний наклон экватора к орбите	23.44°

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2018.

	Сентябрь												Октябрь											
Да-	Гражданские				Навигационные				Астрономические				Гражданские				Навигационные				Астрономические			
та	Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец	
	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м
1	5	45	20	9	5	8	20	47	4	27	21	27	6	25	19	9	5	50	19	44	5	14	20	19
2	5	47	20	7	5	9	20	45	4	29	21	25	6	26	19	7	5	51	19	42	5	16	20	17
3	5	48	20	5	5	11	20	42	4	31	21	22	6	28	19	5	5	53	19	40	5	17	20	15
4	5	49	20	3	5	12	20	40	4	33	21	20	6	29	19	3	5	54	19	38	5	19	20	13
5	5	51	20	1	5	14	20	38	4	34	21	18	6	30	19	1	5	55	19	36	5	20	20	11
6	5	52	19	59	5	15	20	36	4	36	21	15	6	32	18	59	5	57	19	34	5	21	20	9
7	5	53	19	57	5	17	20	34	4	38	21	13	6	33	18	57	5	58	19	32	5	23	20	7
8	5	55	19	55	5	18	20	32	4	39	21	10	6	34	18	55	5	59	19	30	5	24	20	5
9	5	56	19	53	5	19	20	30	4	41	21	8	6	35	18	53	6	1	19	28	5	26	20	3
10	5	57	19	51	5	21	20	27	4	43	21	6	6	37	18	52	6	2	19	26	5	27	20	1
11	5	59	19	49	5	22	20	25	4	44	21	3	6	38	18	50	6	3	19	25	5	28	20	0
12	6	0	19	47	5	24	20	23	4	46	21	1	6	39	18	48	6	5	19	23	5	30	19	58
13	6	1	19	45	5	25	20	21	4	47	20	59	6	41	18	46	6	6	19	21	5	31	19	56
14	6	3	19	43	5	27	20	19	4	49	20	57	6	42	18	44	6	7	19	19	5	32	19	54
15	6	4	19	41	5	28	20	17	4	51	20	54	6	43	18	42	6	9	19	17	5	34	19	52
16	6	5	19	39	5	29	20	15	4	52	20	52	6	45	18	41	6	10	19	16	5	35	19	50
17	6	7	19	37	5	31	20	13	4	54	20	50	6	46	18	39	6	11	19	14	5	36	19	49
18	6	8	19	35	5	32	20	10	4	55	20	47	6	47	18	37	6	13	19	12	5	38	19	47
19	6	9	19	33	5	34	20	8	4	57	20	45	6	49	18	35	6	14	19	10	5	39	19	45
20	6	11	19	31	5	35	20	6	4	58	20	43	6	50	18	34	6	15	19	9	5	40	19	44
21	6	12	19	29	5	36	20	4	5	0	20	41	6	52	18	32	6	16	19	7	5	42	19	42
22	6	13	19	27	5	38	20	2	5	1	20	39	6	53	18	30	6	18	19	5	5	43	19	40
23	6	15	19	25	5	39	20	0	5	3	20	36	6	54	18	29	6	19	19	4	5	44	19	39
24	6	16	19	23	5	41	19	58	5	4	20	34	6	56	18	27	6	20	19	2	5	46	19	37
25	6	17	19	21	5	42	19	56	5	6	20	32	6	57	18	25	6	22	19	1	5	47	19	36
26	6	18	19	19	5	43	19	54	5	7	20	30	6	58	18	24	6	23	18	59	5	48	19	34
27	6	20	19	17	5	45	19	52	5	9	20	28	7	00	18	22	6	24	18	58	5	49	19	32
28	6	21	19	15	5	46	19	50	5	10	20	26	6	1	17	21	5	26	17	56	4	51	18	31
29	6	22	19	13	5	47	19	48	5	12	20	24	6	2	17	19	5	27	17	55	4	52	18	30
30	6	24	19	11	5	49	19	46	5	13	20	21	6	4	17	18	5	28	17	53	4	53	18	28
31													6	5	17	16	5	30	17	52	4	55	18	27

Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли	384400 км
Период обращения вокруг Земли (сидерический месяц)	27.3217 сут
Средняя скорость движения по орбите вокруг Земли	1.023 км/с
Средний радиус	1738 км
Масса	$7.348 \cdot 10^{22}$ кг
Средняя плотность	3.343 г/см^3
Среднее ускорение свободного падения на поверхности	1.622 м/с^2
Средний период полной смены фаз (синодический месяц)	29.5306 сут
Средний наклон экватора к орбите	6.68°

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2018.

	Ноябрь								Декабрь							
Да-	Гражданские		Навигационные		Астрономические				Гражданские		Навигационные		Астрономические			
та	Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец	
	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м
1	6	6	17	15	5	31	17	50	4	56	18	25	6	45	16	46	6	8	17	24	5	31	18	0
2	6	8	17	13	5	32	17	49	4	57	18	24	6	46	16	46	6	9	17	24	5	32	18	0
3	6	9	17	12	5	33	17	48	4	58	18	23	6	48	16	46	6	10	17	23	5	33	18	0
4	6	11	17	11	5	35	17	46	5	0	18	21	6	49	16	45	6	11	17	23	5	34	18	0
5	6	12	17	9	5	36	17	45	5	1	18	20	6	50	16	45	6	12	17	23	5	35	18	0
6	6	13	17	8	5	37	17	44	5	2	18	19	6	51	16	45	6	13	17	23	5	36	17	59
7	6	15	17	7	5	39	17	43	5	4	18	18	6	52	16	45	6	14	17	23	5	37	17	59
8	6	16	17	5	5	40	17	42	5	5	18	17	6	53	16	45	6	15	17	23	5	38	17	59
9	6	17	17	4	5	41	17	40	5	6	18	16	6	54	16	45	6	15	17	23	5	39	17	59
10	6	19	17	3	5	43	17	39	5	7	18	15	6	54	16	45	6	16	17	23	5	40	17	59
11	6	20	17	2	5	44	17	38	5	8	18	14	6	55	16	45	6	17	17	23	5	41	17	59
12	6	21	17	1	5	45	17	37	5	10	18	13	6	56	16	45	6	18	17	23	5	41	18	0
13	6	23	17	0	5	46	17	36	5	11	18	12	6	57	16	45	6	19	17	23	5	42	18	0
14	6	24	16	59	5	48	17	35	5	12	18	11	6	58	16	45	6	20	17	23	5	43	18	0
15	6	25	16	58	5	49	17	34	5	13	18	10	6	59	16	45	6	20	17	24	5	44	18	0
16	6	27	16	57	5	50	17	33	5	15	18	9	6	59	16	45	6	21	17	24	5	44	18	0
17	6	28	16	56	5	51	17	32	5	16	18	8	7	0	16	46	6	22	17	24	5	45	18	1
18	6	29	16	55	5	53	17	32	5	17	18	7	7	1	16	46	6	22	17	24	5	46	18	1
19	6	31	16	54	5	54	17	31	5	18	18	6	7	1	16	46	6	23	17	25	5	46	18	2
20	6	32	16	53	5	55	17	30	5	19	18	6	7	2	16	47	6	24	17	25	5	47	18	2
21	6	33	16	52	5	56	17	29	5	20	18	5	7	2	16	47	6	24	17	26	5	47	18	2
22	6	35	16	52	5	57	17	29	5	22	18	4	7	3	16	48	6	25	17	26	5	48	18	3
23	6	36	16	51	5	59	17	28	5	23	18	4	7	3	16	48	6	25	17	27	5	48	18	3
24	6	37	16	50	6	0	17	27	5	24	18	3	7	4	16	49	6	26	17	27	5	49	18	4
25	6	38	16	49	6	1	17	27	5	25	18	3	7	4	16	49	6	26	17	28	5	49	18	4
26	6	39	16	49	6	2	17	26	5	26	18	2	7	5	16	50	6	26	17	28	5	50	18	5
27	6	41	16	48	6	3	17	26	5	27	18	2	7	5	16	51	6	27	17	29	5	50	18	6
28	6	42	16	48	6	4	17	25	5	28	18	1	7	5	16	51	6	27	17	30	5	50	18	6
29	6	43	16	47	6	6	17	25	5	29	18	1	7	5	16	52	6	27	17	30	5	50	18	7
30	6	44	16	47	6	7	17	24	5	30	18	1	7	6	16	53	6	27	17	31	5	51	18	8
31													7	6	16	54	6	28	17	32	5	51	18	9

Данные о Солнце

Средний радиус фотосферы	$696 \cdot 10^3$ км
Масса	$1.989 \cdot 10^{30}$ кг
Средняя плотность	1.409 г/см^3
Среднее ускорение свободного падения на поверхности	273.98 м/с^2
Сидерический период вращения вокруг оси	25.38 сут
Наклон экватора к орбите Земли	7.25°
Температура на поверхности	5500°C

ФИЗИЧЕСКИЕ ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА И ЛУНЫ

При астрофизических наблюдениях поверхностей Солнца и Луны определяются положения деталей на видимом диске данного небесного тела. Для определения положений этих деталей на поверхности небесного тела необходимо знать ориентацию данного тела и связанной с ним системы сферических координат по отношению к наблюдателю, т.е. физическую эфемериду данного тела Солнечной системы.

В физических эфемеридах Солнца приведены: позиционный угол P проекции оси вращения Солнца на картинную плоскость, гелиографическая широта B_o центра солнечного диска и долгота L_o центрального меридиана (т.е. меридиана, проходящего через центр видимого диска), отсчитываемая от начального меридиана Кэррингтона. Позиционный угол P отсчитывается от северной точки солнечного диска и считается положительным к востоку и отрицательным к западу. Гелиографическая широта B_o центра солнечного диска положительна, если северный полюс Солнца обращен к Земле, и отрицательна, если северный полюс Солнца с Земли не виден. Долгота L_o центрального меридиана отсчитывается к западу, т.е. в направлении видимого вращения Солнца. Долгота L_o за сутки уменьшается на 13.2°.

В физических эфемеридах Луны приводятся селенографические координаты: долгота λ_o и широта β_o центра лунного диска по отношению к геоцентрическому наблюдателю. Эти координаты также называются оптической либрацией Луны по долготе и широте. Селенографическая долгота λ_o считается положительной к востоку и отрицательной к западу. Селенографическая широта β_o считается положительной к северу и отрицательной к югу. Угол P положения оси вращения Луны отсчитывается от северной точки лунного диска против часовой стрелки, к востоку, от 0° до 360°. Значения угла P для Луны, близкие к 360°, аналогичны отрицательным значениям P для Солнца. Угол Q положения точки наименьшей освещенности видимого диска Луны (середины дуги темной части окружности диска) отсчитывается от северной точки лунного диска против часовой стрелки, к востоку, от 0° до 360°.

СОЛНЦЕ

Дата 2018	В 0ч всемирного времени			Дата 2018	В 0ч всемирного времени			Дата 2018	В 0ч всемирного времени		
	P_o	B_o	L_o		P_o	B_o	L_o		P_o	B_o	L_o
Январь				Май				Сентябрь			
1	+2.1	-3.0	346.0	1	-24.1	-4.2	204.3	2	+21.3	+7.2	4.1
5	+0.1	-3.5	293.3	5	-23.4	-3.8	151.5	6	+22.2	+7.2	311.3
9	-1.8	-3.9	240.7	9	-22.5	-3.4	98.6	10	+23.1	+7.2	258.5
13	-3.7	-4.3	188.0	13	-21.5	-2.9	45.7	14	+23.8	+7.2	205.6
17	-5.6	-4.7	135.3	17	-20.4	-2.5	352.8	18	+24.5	+7.2	152.8
21	-7.4	-5.1	82.6	21	-19.2	-2.0	299.9	22	+25.1	+7.1	100.0
25	-9.2	-5.5	30.0	25	-17.9	-1.5	247.0	26	+25.5	+6.9	47.2
29	-10.9	-5.8	337.3	29	-16.6	-1.1	194.0	30	+25.9	+6.8	354.5
Февраль				Июнь				Октябрь			
2	-12.5	-6.1	284.6	2	-15.1	-0.6	141.1	4	+26.1	+6.6	301.7
6	-14.1	-6.3	232.0	6	-13.5	-0.1	88.2	8	+26.2	+6.4	248.9
10	-15.6	-6.6	179.3	10	-11.9	+0.4	35.2	12	+26.3	+6.1	196.1
14	-17.0	-6.8	126.6	14	-10.3	+0.9	342.3	16	+26.1	+5.8	143.4
18	-18.3	-6.9	74.0	18	-8.5	+1.3	289.3	20	+25.9	+5.5	90.6
22	-19.6	-7.1	21.3	22	-6.8	+1.8	236.4	24	+25.6	+5.2	37.8
26	-20.7	-7.2	328.6	26	-5.0	+2.3	183.5	28	+25.1	+4.8	345.1
Март				30	-3.2	+2.7	130.5	Ноябрь			
2	-21.7	-7.2	275.9	Июль				1	+24.5	+4.4	292.3
6	-22.7	-7.2	223.2	4	-1.4	+3.2	77.6	5	+23.8	+4.0	239.6
10	-23.5	-7.2	170.5	8	+0.4	+3.6	24.6	9	+22.9	+3.6	186.9
14	-24.2	-7.2	117.8	12	+2.2	+4.0	331.7	13	+22.0	+3.1	134.1
18	-24.8	-7.1	65.1	16	+4.0	+4.4	278.7	17	+20.9	+2.6	81.4
22	-25.4	-7.0	12.4	20	+5.8	+4.8	225.8	21	+19.6	+2.2	28.7
26	-25.8	-6.8	319.6	24	+7.5	+5.1	172.9	25	+18.3	+1.7	335.9
30	-26.0	-6.7	266.9	28	+9.1	+5.5	120.0	29	+16.9	+1.2	283.2
Апрель				Август				Декабрь			
3	-26.2	-6.4	214.1	1	+10.8	+5.8	67.1	3	+15.4	+0.7	230.5
7	-26.3	-6.2	161.3	5	+12.3	+6.0	14.2	7	+13.7	+0.2	177.8
11	-26.2	-5.9	108.5	9	+13.8	+6.3	321.3	11	+12.0	-0.4	125.1
15	-26.0	-5.6	55.7	13	+15.3	+6.5	268.4	15	+10.2	-0.9	72.4
19	-25.7	-5.3	2.9	17	+16.6	+6.7	215.5	19	+8.4	-1.4	19.7
23	-25.3	-5.0	310.1	21	+17.9	+6.9	162.7	23	+6.5	-1.9	327.0
27	-24.8	-4.6	257.2	25	+19.1	+7.0	109.8	27	+4.6	-2.4	274.3
				29	+20.2	+7.1	57.0	31	+2.7	-2.9	221.6

ЛУНА

Дата 2018	В 0ч всемирного времени				Дата 2018	В 0ч всемирного времени				Дата 2018	В 0ч всемирного времени			
	λ_o	β_o	P	Q		λ_o	β_o	P	Q		λ_o	β_o	P	Q
Январь					Май					Сентябрь				
1	-1.7	+5.2	358.8	73.8	1	+4.2	-6.4	14.2	261.6	2	-6.1	+6.3	347.2	257.8
3	+2.5	+2.3	11.8	288.2	3	+2.8	-5.3	4.6	269.6	4	-5.0	+4.5	358.2	266.3
5	+5.8	-1.1	21.2	288.6	5	+0.5	-3.2	354.1	263.8	6	-2.8	+1.6	10.5	278.0
7	+7.5	-4.1	24.6	292.0	7	-2.2	-0.6	344.7	256.1	8	+0.4	-1.9	20.2	291.8
9	+7.5	-6.1	22.7	292.1	9	-4.7	+2.1	338.2	249.3	10	+3.7	-4.8	24.3	66.3
11	+6.0	-6.8	16.8	289.1	11	-6.3	+4.5	335.5	244.3	12	+6.1	-6.5	22.3	103.6
13	+3.8	-6.2	8.2	283.7	13	-6.3	+6.2	337.5	240.6	14	+6.9	-6.5	15.8	102.8
15	+1.1	-4.6	358.0	277.6	15	-4.7	+6.5	344.3	217.2	16	+6.1	-5.3	6.4	96.6
17	-1.6	-2.3	348.0	318.6	17	-1.9	+5.2	355.4	94.9	18	+4.0	-3.1	355.9	87.8
19	-4.0	+0.5	340.1	72.8	19	+1.1	+2.5	8.1	98.5	20	+1.3	-0.5	346.2	78.1
21	-6.0	+3.3	335.9	70.0	21	+3.5	-0.7	18.6	106.9	22	-1.3	+2.2	339.2	68.2
23	-7.1	+5.5	336.0	68.8	23	+5.0	-3.7	23.9	113.2	24	-3.4	+4.6	335.8	51.8
25	-7.0	+6.7	340.8	70.9	25	+5.6	-5.8	23.8	116.3	26	-4.7	+6.2	336.8	271.6
27	-5.4	+6.5	350.0	76.9	27	+5.2	-6.6	19.1	117.7	28	-5.0	+6.6	342.0	259.1
29	-2.4	+4.6	2.5	86.5	29	+4.1	-6.1	11.0	135.9	30	-4.6	+5.6	351.1	262.8
31	+1.4	+1.4	14.8	95.5	31	+2.3	-4.5	0.9	260.1	Октябрь				
Февраль					Июнь					2	-3.4	+3.3	2.8	271.7
2	+4.7	-2.1	22.7	286.7	2	-0.2	-2.1	350.6	259.9	4	-1.6	+0.2	14.3	282.7
4	+6.7	-4.9	24.5	289.8	4	-3.0	+0.6	342.0	253.9	6	+0.8	-3.0	22.2	293.4
6	+7.0	-6.5	21.1	288.9	6	-5.5	+3.3	336.8	248.5	8	+3.4	-5.5	24.3	308.4
8	+5.7	-6.8	14.0	284.6	8	-7.1	+5.4	335.7	245.5	10	+5.3	-6.5	20.8	86.5
10	+3.4	-5.8	4.6	277.6	10	-7.1	+6.6	339.1	245.2	12	+6.0	-6.1	13.1	97.4
12	+0.7	-3.8	354.2	268.8	12	-5.3	+6.3	347.2	246.4	14	+5.1	-4.4	3.0	92.2
14	-1.9	-1.2	344.8	258.9	14	-2.1	+4.4	359.2	141.7	16	+3.1	-2.0	352.4	83.7
16	-4.0	+1.6	338.1	112.0	16	+1.6	+1.3	12.0	102.2	18	+0.4	+0.7	343.5	74.9
18	-5.4	+4.3	335.5	73.9	18	+4.6	-2.1	21.1	108.6	20	-2.2	+3.3	337.6	67.1
20	-6.0	+6.1	337.4	72.2	20	+6.4	-4.9	24.4	113.0	22	-4.1	+5.3	335.7	60.1
22	-5.5	+6.8	343.8	75.3	22	+6.8	-6.4	22.4	113.7	24	-4.8	+6.4	338.1	38.5
24	-4.1	+5.9	354.1	82.7	24	+6.0	-6.7	16.3	111.3	26	-4.3	+6.2	344.9	270.3
26	-1.9	+3.6	6.6	93.3	26	+4.4	-5.6	7.4	107.7	28	-3.1	+4.6	355.4	268.2
28	+1.0	+0.3	17.6	105.5	28	+2.1	-3.6	357.0	139.4	30	-1.5	+1.9	7.5	276.6
Март					30	-0.6	-1.0	347.1	256.5	Ноябрь				
2	+3.7	-3.0	23.7	190.7	Июль					1	+0.3	-1.4	17.9	286.5
4	+5.6	-5.5	23.9	284.4	2	-3.3	+1.8	339.7	252.8	3	+2.2	-4.2	23.6	294.3
6	+5.9	-6.7	19.2	284.8	4	-5.7	+4.3	335.9	248.8	5	+3.8	-6.1	23.6	300.1
8	+4.8	-6.5	11.0	280.1	6	-7.3	+6.1	336.3	247.3	7	+5.0	-6.5	18.7	319.7
10	+2.6	-5.1	1.0	272.5	8	-7.5	+6.8	341.1	249.1	9	+5.1	-5.5	10.1	86.8
12	-0.1	-2.9	350.8	263.4	10	-5.9	+6.0	350.3	254.7	11	+4.1	-3.4	359.6	87.7
14	-2.6	-0.2	342.1	253.9	12	-2.6	+3.6	2.9	261.8	13	+1.9	-0.8	349.2	80.4
16	-4.4	+2.6	336.7	242.0	14	+1.3	+0.2	15.2	104.4	15	-0.8	+1.9	341.1	72.8
18	-5.2	+5.0	335.6	102.0	16	+4.9	-3.2	22.8	108.5	17	-3.4	+4.3	336.5	66.8
20	-4.9	+6.5	339.3	78.1	18	+7.0	-5.7	24.2	111.6	19	-5.1	+6.0	336.0	63.1
22	-3.8	+6.5	347.4	80.4	20	+7.5	-6.8	20.5	110.6	21	-5.5	+6.6	339.8	60.5
24	-2.2	+5.0	358.8	88.4	22	+6.6	-6.5	13.1	106.1	23	-4.5	+5.8	348.0	21.9
26	-0.3	+2.3	11.0	98.9	24	+4.6	-5.0	3.5	98.8	25	-2.4	+3.6	359.6	274.6
28	+1.7	-0.9	20.3	109.5	26	+2.1	-2.7	353.1	90.2	27	+0.1	+0.4	11.8	280.5
30	+3.6	-3.9	24.4	121.6	28	-0.7	+0.1	344.0	257.6	29	+2.3	-2.8	20.8	288.9
Апрель					30	-3.3	+2.8	337.8	254.2	Декабрь				
1	+4.8	-6.0	22.9	255.1	Август					1	+4.0	-5.3	24.2	294.3
3	+4.9	-6.6	16.9	278.5	1	-5.5	+5.1	335.6	250.4	3	+5.0	-6.6	22.3	296.1
5	+3.7	-5.9	7.9	275.3	3	-6.9	+6.5	337.6	249.9	5	+5.3	-6.4	16.0	295.9
7	+1.5	-4.2	357.5	267.9	5	-7.2	+6.7	343.8	253.2	7	+4.7	-4.9	6.7	324.0
9	-1.2	-1.8	347.6	259.3	7	-5.9	+5.4	354.0	260.7	9	+3.2	-2.5	356.0	82.1
11	-3.7	+0.9	339.9	251.0	9	-3.0	+2.7	6.6	272.1	11	+0.9	+0.3	346.2	78.0
13	-5.3	+3.6	335.9	243.6	11	+0.7	-0.8	17.9	292.2	13	-1.8	+3.0	339.1	71.7
15	-5.5	+5.7	336.3	229.8	13	+4.4	-4.1	23.8	105.0	15	-4.4	+5.2	335.9	67.3
17	-4.5	+6.5	341.7	94.3	15	+6.8	-6.2	23.5	108.8	17	-6.3	+6.5	336.8	65.6
19	-2.5	+5.9	351.4	86.4	17	+7.6	-6.8	18.3	106.9	19	-6.7	+6.6	341.8	67.0
21	-0.3	+3.8	3.7	93.8	19	+6.6	-6.0	9.8	101.2	21	-5.4	+5.3	351.0	70.8
23	+1.7	+0.8	15.1	103.6	21	+4.5	-4.1	359.6	92.7	23	-2.7	+2.6	3.4	301.2
25	+3.3	-2.3	22.5	112.0	23	+1.9	-1.6	349.5	82.6	25	+0.7	-0.9	15.3	282.7
27	+4.3	-4.9	24.5	118.4	25	-0.9	+1.2	341.3	69.9	27	+3.7	-4.1	22.7	289.5
29	+4.7	-6.3	21.3	131.8	27	-3.3	+3.8	336.5	275.0	29	+5.7	-6.2	24.0	293.0
					29	-5.0	+5.8	335.9	254.8	31	+6.5	-6.8	20.3	292.3
					31	-6.0	+6.7	339.5	253.6					

ЗАТМЕНИЯ СОЛНЦА И ЛУНЫ

В 2018 году произойдет 5 затмений – 3 солнечных и 2 лунных: 31 января – полное теневое лунное затмение, 15-16 февраля – частное солнечное затмение, 13 июля – частное солнечное затмение, 27-28 июля – полное теневое лунное затмение, 11 августа – частное солнечное затмение.

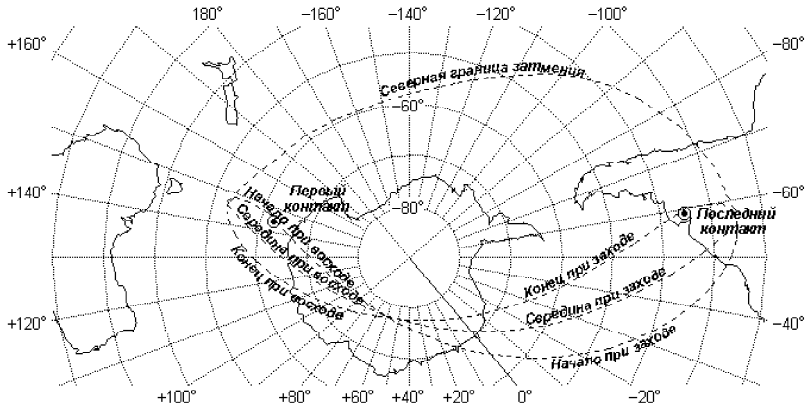
Солнечные затмения 15-16 февраля, 13 июля и 11 августа не будут видны на территории Украины. В Украине можно будет наблюдать только лунные затмения 31 января и 27-28 июля. Начало лунного затмения 31 января и его полная теневая фаза не будут видны на территории Украины. Частная теневая фаза затмения окончится через несколько минут после восхода Луны, а частная полутеневая фаза будет наблюдаться во время вечерних сумерек низко над горизонтом. Все фазы лунного затмения 27-28 июля будут наблюдаться на темном небе. Во время полутеневых фаз лунных затмений ослабление лунного света практически незаметно невооруженным глазом и может наблюдаться только с помощью фотоэлектрических приборов.

Солнечные затмения

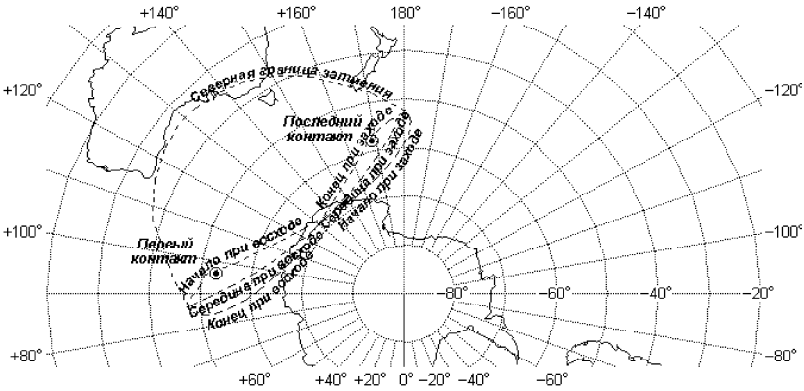
Частное солнечное затмение 15-16 февраля 2018 года.

Частное затмение на Земле начнется 15 февраля в 20ч55м в юго-западной части акватории Тихого океана, вблизи Восточной Антарктиды, в точке с географическими координатами 62.5° ю.ш. и 144.7° з.д., а окончится 16 февраля в 0ч46м вблизи восточного побережья Южной Америки, в юго-восточной части Лаплатской низменности, к югу от устья реки Парана, в точке с географическими координатами 35.5° ю.ш. и 59.1° з.д. Продолжительность прохождения частной фазы по поверхности Земли 3ч51м.

Максимальная фаза затмения 0.599 наступит 15 февраля в 22ч51м вблизи побережья Антарктиды, в северо-западной части Земли Королевы Мод, в точке с географическими координатами 71.9° ю.ш. и 1.6° з.д. Затмение будет видимо в Южной Америке (кроме ее северной части), в Антарктиде, в южной части акватории Тихого океана, а также в юго-западной части акватории Атлантического океана.



Карта видимости частного солнечного затмения 15-16 февраля 2018 года



Карта видимости частного солнечного затмения 13 июля 2018 года

Частное солнечное затмение 13 июля 2018 года.

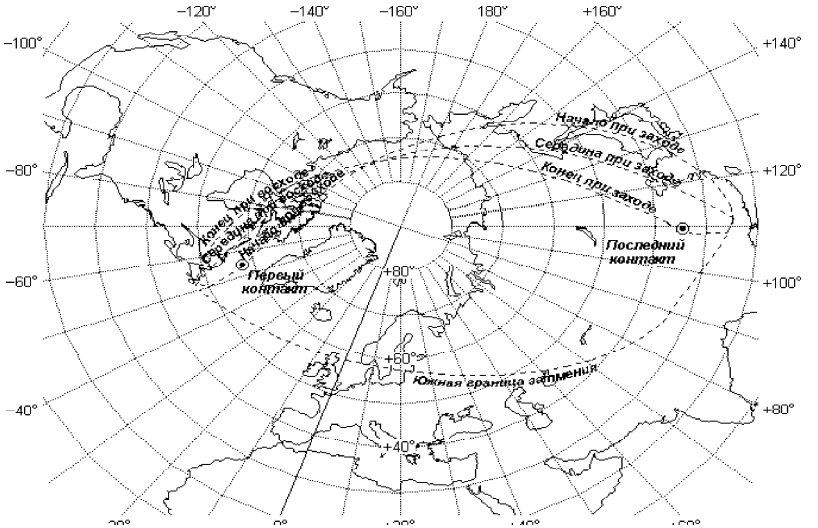
Частное затмение на Земле начнется 13 июля в 4ч48м в юго-восточной части акватории Индийского океана, вблизи Восточной Антарктиды, в точке с географическими координатами 53.0° ю.ш. и 96.3° в.д., а окончится 13 июля в 7ч14м на границе акваторий Индийского и Тихого океанов, к югу от острова Кэмпбелл, в точке с географическими координатами 58.0° ю.ш. и 168.5° в.д. Продолжительность прохождения частной фазы по поверхности Земли 2ч25м.

Максимальная фаза затмения 0.336 наступит 13 июля в 6ч01м вблизи побережья Восточной Антарктиды, в восточной части Земли Уилкса, в точке с географическими координатами 67.8° ю.ш. и 127.6° в.д. Затмение будет видимо на побережье Восточной Антарктиды, на юго-восточном побережье Австралии, на острове Тасмания, в акватории Большого Австралийского залива, в юго-восточной части акватории Индийского океана, а также в юго-западной части акватории Тихого океана.

Частное солнечное затмение 11 августа 2018 года.

Частное затмение на Земле начнется 11 августа в 11ч02м в акватории Лабрадорского моря, в точке с географическими координатами 57.9° с.ш. и 54.7° з.д., а окончится 11 августа в 14ч30м в юго-восточной части Азии, к северу от горного хребта Циньлин, вблизи русла реки Хуанхэ, в точке с географическими координатами 34.8° с.ш. и 109.5° в.д. Продолжительность прохождения частной фазы по поверхности Земли 3ч28м.

Максимальная фаза затмения 0.737 наступит 11 августа в 12ч46м в южной части акватории Восточно-Сибирского моря, к северо-востоку от острова Айон, в точке с географическими координатами 71.3° с.ш. и 172.7° в.д. Затмение будет видимо на северо-восточном побережье Северной Америки, в Арктике, на острове Гренландия, на Скандинавском полуострове, в северо-восточной части Европы, в Азии (кроме ее южной и юго-западной части, Японских островов, Курильских островов, полуострова Камчатка и Чукотского полуострова), в акватории Северного Ледовитого океана, а также в северной части акватории Атлантического океана.



Карта видимости частного солнечного затмения 11 августа 2018 года

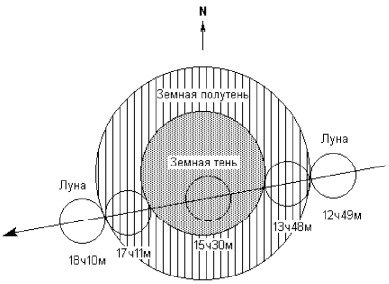
Лунные затмения

Полное теневое лунное затмение 31 января 2018 года.

Затмение можно будет наблюдать в Северной Америке, в северной и восточной части Европы, в Азии, в Австралии, на побережье Восточной Антарктиды, в центральной и восточной части акватории Индийского океана, в акватории Северного Ледовитого океана, а также в акватории Тихого океана (кроме ее юго-восточной части). В этот день севернее параллели 72.9° с.ш. Луна не заходит за горизонт, а южнее параллели 73.1° ю.ш. – не восходит.

Обстоятельства затмения:

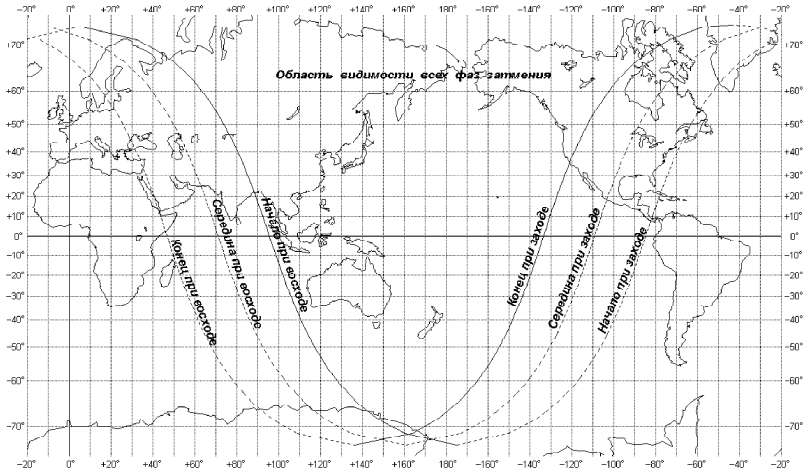
Начало частного полутеневого затмения 31 января в 12ч49м
Начало частного теневого затмения 13ч48м
Начало полного теневого затмения 14ч51м
Момент максимальной фазы 15ч30м
Конец полного теневого затмения 16ч08м
Конец частного теневого затмения 17ч11м
Конец частного полутеневого затмения 18ч10м



Видимый путь Луны
в затмении 31 января 2018 года

Продолжительность всего затмения 5ч21м, всех его теневых фаз – 3ч23м, полной теневой фазы – 1ч17м.

Углы положения контактов, отсчитываемые от северной точки лунного



Карта видимости полного теневого лунного затмения 31 января 2018 года

Эфемерида лунного затмения 31 января 2018 года

Принятые обозначения: T – момент по киевскому времени; σ – угловое расстояние между центрами Луны и земной тени; d – то же расстояние, выраженное в долях радиуса тени; P – угол положения радиуса лунного диска, направленного на центр тени, отсчитываемый от северной точки лунного диска к востоку, т.е. против часовой стрелки.

T	σ	d	p	Фаза	
ч м	"		o	тени	п/тени
12 40	6054	2.212	89.4	--	0.000
12 50	5709	2.086	88.8	--	0.006
13 00	5365	1.960	88.1	--	0.178
13 10	5022	1.835	87.3	--	0.350
13 20	4681	1.710	86.4	--	0.522
13 30	4340	1.586	85.3	--	0.693
13 40	4002	1.462	84.1	0.000	0.862
13 50	3666	1.340	82.6	0.033	1.031
14 00	3333	1.218	80.9	0.200	1.198
14 10	3004	1.098	78.7	0.365	1.363
14 20	2681	0.980	76.0	0.528	1.526
14 30	2365	0.865	72.5	0.686	1.684
14 40	2061	0.753	68.0	0.839	1.837
14 50	1774	0.649	62.0	0.983	1.981
15 00	1514	0.554	53.8	1.113	2.111
15 10	1298	0.475	42.6	1.222	2.220
15 20	1150	0.420	27.7	1.296	2.295

T	σ	d	p	Фаза	
ч м	"		o	тени	п/тени
15 30	1098	0.401	10.0	1.323	2.321
15 40	1155	0.422	352.3	1.294	2.292
15 50	1307	0.478	337.6	1.218	2.216
16 00	1525	0.558	326.5	1.108	2.106
16 10	1786	0.653	318.4	0.976	1.975
16 20	2074	0.759	312.5	0.832	1.830
16 30	2378	0.870	308.0	0.679	1.677
16 40	2694	0.985	304.6	0.520	1.519
16 50	3017	1.104	302.0	0.358	1.356
17 00	3346	1.224	299.8	0.192	1.191
17 10	3678	1.346	298.0	0.025	1.024
17 20	4014	1.469	296.6	0.000	0.855
17 30	4352	1.592	295.4	--	0.685
17 40	4691	1.717	294.3	--	0.514
17 50	5032	1.841	293.4	--	0.343
18 00	5374	1.967	292.6	--	0.171
18 10	5717	2.092	291.9	--	0.000

диска против часовой стрелки до радиуса лунного диска, направленного в центр тени, равны: для начала частного полутеневого затмения P=89.3°, для его конца – P=291.5°; для начала частного теневого затмения P=83.3°, для его конца –

P=297.5°. Угловой радиус полутени равен 4722", радиус тени – 2735". Максимальная фаза полутеневого затмения 2.320, максимальная фаза теневого – 1.322.

Географические координаты точек земной поверхности, для которых Луна будет находиться в зените в следующие моменты:

Начало частного теневого затмения	17.2° с.ш., 174.7° з.д.
Момент максимальной фазы	17.0° с.ш., 160.9° в.д.
Конец частного теневого затмения	16.8° с.ш., 136.5° в.д.

Луна будет находиться в созвездии Рака вблизи восходящего узла своей орбиты и пройдет по южной части земной тени и полутени (смотри рисунок).

Частное теневое лунное затмение 27-28 июля 2018 года.

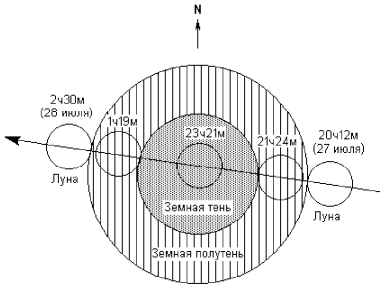
Затмение можно будет наблюдать в Европе, в Азии (кроме ее северо-восточной части), в Африке, в Австралии, в Южной Америке (кроме ее северо-западной части), в Антарктиде, в акватории Индийского океана, в западной и юго-западной части акватории Тихого океана, а также в акватории Атлантического океана (кроме ее северо-западной части). В этот день южнее параллели 71.0° ю.ш. Луна не заходит за горизонт, а севернее параллели 71.1° с.ш. – не восходит.

Обстоятельства затмения:

Начало частного полутеневого затмения	27 июля	в 20ч12м
Начало полного полутеневого затмения		21ч18м
Начало частного теневого затмения		21ч24м
Начало полного теневого затмения		22ч29м
Момент максимальной фазы		23ч21м
Конец полного теневого затмения	28 июля	в 0ч13м
Конец частного теневого затмения		1ч19м
Конец полного полутеневого затмения		1ч25м
Конец частного полутеневого затмения		2ч30м

Продолжительность всего затмения 6ч18м, продолжительность его полных полутеневых фаз по 6 минут, продолжительность всех его теневых фаз – 3ч55м, полной теневой фазы – 1ч44м.

Углы положения контактов, отсчитываемые от северной точки лунного диска против часовой стрелки до радиуса лунного диска, направленного в центр тени, равны: для начала частного полутеневого затмения P=86.1°, для его конца – P=257.6°; для начала частного теневого затмения P=88.6°, для его конца – P=255.1°. Угловой радиус полутени равен 4272", радиус тени – 2344". Максимальная фаза полутеневого затмения 2.704, максимальная фаза теневого – 1.612.



Видимый путь Луны
в затмении 27-28 июля 2018 года

Географические координаты точек земной поверхности, для которых Луна будет находиться в зените в следующие моменты:

Начало частного теневого затмения
19.1° ю.ш., 84.8° в.д.

Момент максимальной фазы
19.0° ю.ш., 56.3° в.д.

Конец частного теневого затмения
18.8° ю.ш., 27.9° в.д.

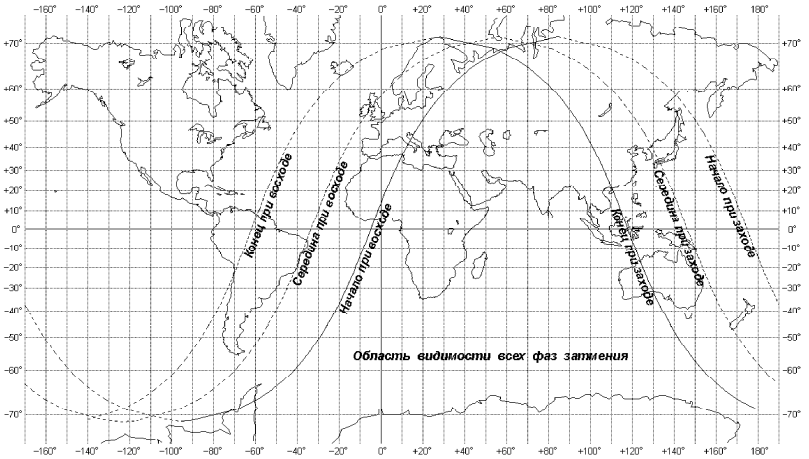
Луна будет находиться в созвездии Козерога вблизи нисходящего узла своей орбиты и пройдет по северной

части земной тени и полутени (см. рисунок). Во время затмения недалеко от Луны будет находиться планета Марс.

Эфемерида лунного затмения 27-28 июля 2018 года

Принятые обозначения: T – момент по киевскому времени; σ – угловое расстояние между центрами Луны и земной тени; d – то же расстояние, выраженное в долях радиуса тени; P – угол положения радиуса лунного диска, направленного на центр тени, отсчитываемый от северной точки лунного диска к востоку, т.е. против часовой стрелки.

T	σ	d	p	Фаза		T	σ	d	p	Фаза	
ч м	"		°	тени	п/тени	ч м	"		°	тени	п/тени
20 10	5238	2.235	86.6	--	0.000	23 30	441	0.188	202.6	1.578	2.670
20 20	4967	2.119	86.8	--	0.106	23 40	625	0.267	224.6	1.473	2.565
20 30	4695	2.003	87.0	--	0.260	23 50	858	0.366	235.6	1.341	2.433
20 40	4423	1.887	87.2	--	0.414	0 00	1109	0.473	241.8	1.199	2.291
20 50	4152	1.772	87.5	--	0.568	0 10	1369	0.584	245.7	1.052	2.144
21 00	3881	1.656	87.9	--	0.721	0 20	1632	0.696	248.3	0.903	1.995
21 10	3610	1.540	88.3	--	0.875	0 30	1899	0.810	250.2	0.752	1.844
21 20	3339	1.425	88.7	0.000	1.028	0 40	2166	0.924	251.6	0.601	1.693
21 30	3068	1.309	89.3	0.090	1.182	0 50	2435	1.039	252.7	0.448	1.540
21 40	2798	1.194	89.9	0.243	1.335	1 00	2705	1.154	253.6	0.296	1.388
21 50	2528	1.079	90.8	0.395	1.487	1 10	2975	1.269	254.3	0.143	1.235
22 00	2259	0.964	91.8	0.548	1.640	1 20	3246	1.384	254.9	0.000	1.081
22 10	1991	0.850	93.0	0.700	1.792	1 30	3516	1.500	255.3	--	0.928
22 20	1724	0.736	94.7	0.851	1.943	1 40	3787	1.616	255.8	--	0.774
22 30	1460	0.623	97.1	1.001	2.093	1 50	4059	1.731	256.1	--	0.621
22 40	1199	0.511	100.4	1.149	2.241	2 00	4330	1.847	256.4	--	0.467
22 50	944	0.403	105.6	1.293	2.385	2 10	4602	1.963	256.7	--	0.313
23 00	703	0.300	114.5	1.429	2.521	2 20	4874	2.079	256.9	--	0.159
23 10	496	0.211	131.7	1.547	2.639	2 30	5145	2.195	257.1	--	0.005
23 20	381	0.163	164.8	1.612	2.703	2 40	5417	2.311	257.3	--	0.000



Карта видимости частного теневого лунного затмения 27-28 июля 2018 года

ПОКРЫТИЯ ЗВЕЗД ЛУНОЙ И АСТЕРОИДАМИ

Наблюдения покрытий звезд Луной, планетами и астероидами дают высокоточные сведения о положении этих тел Солнечной системы в пространстве и позволяют уточнить характеристики их движения.

Покрытие и открытие звезд Луной

Ниже приводятся сведения о покрытиях звезд Луной и астероидами, которые будут доступны для наблюдения в малые астрономические инструменты в четырех городах (эфемеридных пунктах) Украины (Одессе, Киеве, Львове, Харькове). Сведения о явлениях покрытий и открытий даются только для происходящих в темное время суток и соответствующих контактам звезд до 6.5^m с темным краем лунного диска. В таблице 1 приведены: дата явления, киевское время явления T, название звезды по каталогу зодиакальных звезд Робертсона (ZC), звездная величина m, ее экваториальные координаты α и δ, дифференциальные коэффициенты a и b, позволяющие вычислить моменты явления для другого (не эфемеридного пункта) места наблюдения при знании его географических координат. Для этого следует воспользоваться формулой

$$T' = T + a\,(\lambda - \lambda_o) + b\,(\varphi - \varphi_o),$$

где T' – искомый момент времени в пункте наблюдения, T – момент явления в ближайшем эфемеридном пункте, λ и φ – географические координаты пункта наблюдения, а λ_o и φ_o – географические координаты эфемеридного пункта (приведены в таблице на стр. 262). Значения λ, φ, λ_o и φ_o выражаются в градусах.

Таблица 1

Покрытие звезд Луной. Одесса

Дата 2018	T ч м с	Явление	Звезда номер (ZC)	m	$\alpha_{J2000.0}$ ч м с	$\delta_{J2000.0}$ ° ′ ″	a мин/°	b мин/°
I.04	23 00 54	откр.	1434	5.4	09 43 43.9	14 01 18	+0.9	+0.6
I.20	18 33 10	покр.	3347	6.2	22 48 30.2	-10 33 20	+0.7	-0.9
I.22	18 33 39	покр.	49	6.1	00 24 29.6	-02 13 09	+1.0	+0.6
I.25	20 36 20	покр.	444	5.9	03 00 44.1	10 52 13	+2.0	-3.6
I.27	01 46 25	покр.	608	6.0	04 07 42.0	15 09 46	-0.1	-1.5
I.29	03 40 51	покр.	947	5.2	06 14 50.9	19 09 23	-0.1	-1.5
II.08	05 44 42	покр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+1.5	-0.5
II.08	07 08 58	откр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+1.9	-0.6
II.12	07 58 18	покр.	2759	3.5	18 57 43.8	-21 06 24	+9.9	+9.9
II.21	19 41 07	покр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+1.0	+0.5
II.21	20 41 53	откр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+0.7	-1.8
II.23	15 13 03	покр.	667	5.0	04 28 26.4	16 21 35	+0.7	+2.0
II.23	15 34 17	покр.	669	3.8	04 28 34.5	15 57 44	+9.9	+9.9
II.23	16 25 43	покр.	677	4.8	04 30 33.6	16 11 38	+2.4	-1.4
II.23	19 45 46	покр.	692	0.9	04 35 55.2	16 30 33	+2.1	-7.5
II.23	20 08 39	откр.	692	0.9	04 35 55.2	16 30 33	+1.3	+6.8
II.24	17 33 25	покр.	832	4.3	05 32 12.8	18 35 39	+1.6	+0.4
II.24	18 24 42	покр.	836	5.7	05 33 31.6	18 32 25	+2.1	-1.5
II.24	18 45 00	откр.	832	4.3	05 32 12.8	18 35 39	+1.5	+1.4
II.28	20 06 50	покр.	1434	5.4	09 43 43.9	14 01 18	+1.1	+0.6
III.05	05 46 52	откр.	1950	5.7	13 35 31.3	-05 23 46	+0.7	-2.5
III.06	00 05 15	откр.	2043	6.5	14 16 48.7	-08 53 04	+1.1	+1.2
III.11	05 00 07	откр.	2697	6.5	18 35 21.3	-20 50 26	+1.4	+0.7
III.20	17 54 57	откр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+9.9	+9.9
III.21	19 08 55	откр.	491	6.0	03 24 10.1	12 37 47	+9.9	+9.9
III.22	22 35 18	покр.	667	5.0	04 28 26.4	16 21 35	-0.2	-1.7
III.28	03 03 00	покр.	1415	6.3	09 35 52.9	14 22 47	+0.2	-0.8
IV.04	00 19 23	откр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+0.8	+0.7

Дата 2018	*T* ч м с	Явле-ние	Звезда				*a* мин/°	*b* мин/°
			номер (ZC)	*m*	$\alpha_{J2000.0}$ ч м с	$\delta_{J2000.0}$ ° ' "		
IV.04	06 08 21	откр.	2247	5.4	15 44 04.4	-15 40 22	+1.5	-1.1
IV.07	03 46 17	откр.	2633	3.8	18 13 45.8	-21 03 32	+1.7	+1.7
IV.08	05 41 19	покр.	2797	2.9	19 09 45.8	-21 01 25	+1.8	+0.9
IV.08	07 09 44	откр.	2797	2.9	19 09 45.8	-21 01 25	+2.0	-0.1
IV.20	19 25 21	покр.	913	5.1	06 03 27.4	19 41 26	+1.3	-1.0
IV.20	20 35 05	откр.	913	5.1	06 03 27.4	19 41 26	+0.9	-1.2
IV.20	23 23 42	покр.	940	5.8	06 12 01.3	19 47 26	+0.3	-0.4
IV.28	22 28 49	покр.	1950	5.7	13 35 31.3	-05 23 46	+1.6	+0.5
V.08	06 48 01	откр.	3126	4.3	21 22 14.8	-16 50 04	+2.4	-0.7
V.19	20 45 31	покр.	1186	6.0	07 51 56.8	19 19 30	+0.9	-1.1
V.20	22 29 07	покр.	1331	6.3	08 55 22.9	17 13 53	+9.9	+9.9
VI.24	21 43 10	покр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+3.6	+3.0
VI.24	22 15 10	откр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	-0.1	-3.5
VI.29	01 26 40	покр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+2.0	-0.8
VI.29	02 31 28	откр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.6	+0.6
VII.03	03 39 12	откр.	3288	5.8	22 24 27.1	-13 31 46	+1.5	+1.5
VII.04	07 09 01	откр.	3419	4.2	23 15 53.5	-09 05 16	+1.6	-0.5
VII.04	07 43 29	откр.	3425	4.4	23 17 54.2	-09 10 57	-1.7	6.2
VII.08	04 44 00	покр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+0.3	+2.5
VII.08	05 38 59	откр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+1.5	+0.9
VII.30	04 30 30	откр.	3256	6.1	22 12 25.8	-14 11 38	+1.3	-0.2
VIII.05	04 07 42	откр.	444	5.9	03 00 44.1	10 52 13	+0.9	+1.9
VIII.08	04 44 51	откр.	895	5.9	05 54 56.7	19 44 59	+0.7	+0.5
VIII.16	21 25 24	покр.	2043	6.5	14 16 48.7	-08 53 04	+0.9	-1.1
VIII.18	23 09 33	покр.	2291	5.5	16 00 19.6	-16 32 00	+0.8	-1.4
VIII.28	05 12 27	покр.	3478	6.4	23 35 32.1	-07 27 52	+0.6	+0.6
IX.01	02 43 14	откр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+9.9	+9.9
IX.01	23 35 03	откр.	508	4.1	03 30 52.4	12 56 12	-0.3	+2.0
IX.03	00 53 48	откр.	667	5.0	04 28 26.4	16 21 35	-0.3	+2.2
IX.05	02 09 43	откр.	995	4.1	06 28 57.8	20 12 44	+0.1	+0.7
IX.07	06 03 53	покр.	1310	3.9	08 44 41.1	18 09 16	+0.0	+3.7
IX.07	06 35 49	откр.	1310	3.9	08 44 41.1	18 09 16	+1.2	-1.7
IX.15	19 28 44	покр.	2361	4.2	16 27 01.4	-18 27 23	+1.4	-2.7
IX.15	20 09 13	откр.	2361	4.2	16 27 01.4	-18 27 23	+1.4	+0.3
IX.17	21 40 36	покр.	2635	5.5	18 14 15.9	-21 42 47	+1.9	-2.2
IX.18	20 44 23	покр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+2.0	-0.4
IX.18	22 09 35	откр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.5	-0.6
IX.22	21 19 29	покр.	3288	5.8	22 24 27.1	-13 31 46	+1.7	+1.1
IX.23	01 27 24	покр.	3303	6.4	22 30 01.5	-12 54 54	+1.6	-1.0
IX.24	00 20 10	покр.	3419	4.2	23 15 53.5	-09 05 16	+1.3	+1.0
IX.27	23 21 54	покр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+0.8	+1.6
IX.28	00 29 12	откр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+0.9	+2.0
IX.30	05 59 09	откр.	650	5.6	04 23 25.1	16 46 38	+1.6	+0.5
IX.30	23 03 14	откр.	764	4.9	05 07 27.0	18 38 42	+0.3	+0.4
X.03	05 00 59	покр.	1113	5.1	07 21 56.9	20 26 37	+1.2	+1.4
X.03	06 14 17	откр.	1113	5.1	07 21 56.9	20 26 37	+1.6	+0.2
X.18	20 25 04	покр.	3113	5.4	21 17 57.3	-17 59 06	+2.2	-0.2
X.20	00 44 45	покр.	3256	6.1	22 12 25.8	-14 11 38	+0.7	-0.6
X.22	01 33 32	покр.	3506	6.1	23 48 32.5	-06 22 50	+1.8	-2.6
X.28	22 00 08	откр.	888	6.0	05 52 23.4	19 52 04	-0.2	+2.3
X.28	22 10 23	покр.	894	4.4	05 54 23.0	20 16 34	-0.1	+2.2
X.28	23 00 40	откр.	894	4.4	05 54 23.0	20 16 34	+0.8	+0.8
X.30	02 44 00	покр.	1077	4.0	07 04 06.5	20 34 13	+2.4	-5.5
X.30	03 08 52	откр.	1077	4.0	07 04 06.5	20 34 13	+0.9	+7.2
X.30	23 12 24	откр.	1193	5.4	07 55 39.9	19 53 02	+0.0	+1.1
X.31	01 26 08	откр.	1205	6.3	08 00 48.1	19 48 58	+0.7	+1.3
XI.14	18 52 12	покр.	3069	6.3	20 59 36.1	-19 02 07	+1.6	-0.5
XI.15	19 00 22	покр.	3190	2.9	21 47 02.4	-16 07 38	+9.9	+9.9
XI.21	23 33 59	покр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+2.1	-1.1
XI.22	00 34 35	откр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+1.0	+1.7
XI.27	01 35 05	откр.	1171	6.5	07 45 09.3	20 18 58	+1.3	+2.5
XI.27	07 03 42	откр.	1193	5.4	07 55 39.9	19 53 02	+1.7	+0.8
XI.30	06 09 36	откр.	1576	5.3	10 49 15.4	10 32 43	+1.9	+0.0
XII.04	06 32 39	откр.	2043	6.5	14 16 48.7	-08 53 04	+1.0	+0.5
XII.25	05 18 04	откр.	1276	6.5	08 31 41.3	18 59 16	+1.2	-0.7
XII.26	00 53 16	откр.	1395	6.3	09 25 32.5	16 35 08	+1.4	+2.0

Покрытие звезд Луной. Киев

Дата 2018	*T* ч м с	Явле-ние	Звезда				*a* мин/°	*b* мин/°
			номер (ZC)	*m*	$\alpha_{J2000.0}$ ч м с	$\delta_{J2000.0}$ ° ′ ″		
I.04	23 02 37	откр.	1434	5.4	09 43 43.9	14 01 18	+0.8	+0.3
I.20	18 29 52	покр.	3347	6.2	22 48 30.2	-10 33 20	+0.6	-0.7
I.22	18 36 15	покр.	49	6.1	00 24 29.6	-02 13 09	+0.7	+0.9
I.25	20 25 49	покр.	444	5.9	03 00 44.1	10 52 13	+1.6	-1.8
I.27	01 40 39	покр.	608	6.0	04 07 42.0	15 09 46	+0.0	-1.4
I.29	03 35 01	покр.	947	5.2	06 14 50.9	19 09 23	+0.0	-1.4
II.08	05 43 02	покр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+1.5	-0.2
II.08	07 05 49	откр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+1.6	-0.7
II.12	08 00 18	покр.	2759	3.5	18 57 43.8	-21 06 24	+9.9	+9.9
II.19	19 47 43	покр.	150	6.1	01 03 49.0	01 22 01	+0.4	-0.5
II.21	19 44 02	покр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+0.9	+1.2
II.21	20 32 59	откр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+0.7	-2.6
II.23	15 21 30	покр.	667	5.0	04 28 26.4	16 21 35	+0.6	+2.3
II.23	15 31 49	покр.	669	3.8	04 28 34.5	15 57 44	+3.1	-3.5
II.23	15 49 24	откр.	669	3.8	04 28 34.5	15 57 44	-1.2	+6.9
II.23	16 22 50	покр.	677	4.8	04 30 33.6	16 11 38	+1.7	+0.0
II.23	17 17 19	откр.	677	4.8	04 30 33.6	16 11 38	+0.9	+2.6
II.23	19 29 58	покр.	692	0.9	04 35 55.2	16 30 33	+1.7	-2.4
II.23	20 20 52	откр.	692	0.9	04 35 55.2	16 30 33	+1.3	+1.7
II.24	17 35 30	покр.	832	4.3	05 32 12.8	18 35 39	+1.4	+0.8
II.24	18 20 44	покр.	836	5.7	05 33 31.6	18 32 25	+1.7	-0.4
II.24	18 48 54	откр.	832	4.3	05 32 12.8	18 35 39	+1.5	+0.8
II.28	20 09 54	покр.	1434	5.4	09 43 43.9	14 01 18	+1.0	+1.1
III.01	04 19 47	покр.	1466	5.3	09 58 13.4	12 26 41	-0.5	-3.1
III.05	05 36 28	откр.	1950	5.7	13 35 31.3	-05 23 46	+0.6	-2.6
III.06	00 09 00	откр.	2043	6.5	14 16 48.7	-08 53 04	+0.9	+0.9
III.11	05 02 36	откр.	2697	6.5	18 35 21.3	-20 50 26	+1.2	+0.7
III.20	17 42 13	покр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+1.6	-7.2
III.21	18 48 36	откр.	491	6.0	03 24 10.1	12 37 47	+0.9	-4.3
III.22	22 29 03	покр.	667	5.0	04 28 26.4	16 21 35	+0.0	-1.5
III.24	00 40 15	покр.	832	4.3	05 32 12.8	18 35 39	-0.3	-1.2
III.28	02 59 45	покр.	1415	6.3	09 35 52.9	14 22 47	+0.4	-0.8
IV.04	00 21 50	откр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+0.6	+0.6
IV.04	06 03 35	откр.	2247	5.4	15 44 04.4	-15 40 22	+1.4	-1.1
IV.07	03 51 55	откр.	2633	3.8	18 13 45.8	-21 03 32	+1.5	+1.4
IV.08	05 44 21	покр.	2797	2.9	19 09 45.8	-21 01 25	+1.7	+0.9
IV.08	07 08 33	откр.	2797	2.9	19 09 45.8	-21 01 25	+1.8	-0.2
IV.20	19 21 46	покр.	913	5.1	06 03 27.4	19 41 26	+1.3	-0.6
IV.20	20 29 20	откр.	913	5.1	06 03 27.4	19 41 26	+0.8	-1.6
IV.20	23 22 31	покр.	940	5.8	06 12 01.3	19 47 26	+0.4	-0.1
IV.28	22 31 04	покр.	1950	5.7	13 35 31.3	-05 23 46	+1.6	+0.8
V.08	06 44 22	откр.	3126	4.3	21 22 14.8	-16 50 04	+2.3	-0.8
V.19	20 41 23	покр.	1186	6.0	07 51 56.8	19 19 30	+0.9	-0.9
VI.24	21 58 08	покр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+9.9	+9.9
VI.29	01 23 42	покр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.8	-0.4
VI.29	02 32 30	откр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.5	+0.2
VII.03	03 44 14	откр.	3288	5.8	22 24 27.1	-13 31 46	+1.4	+1.2
VII.04	07 05 47	откр.	3419	4.2	23 15 53.5	-09 05 16	+1.6	-0.9
VII.04	07 55 39	откр.	3425	4.4	23 17 54.2	-09 10 57	+0.1	+1.7
VII.08	04 54 04	покр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+0.2	+2.6
VII.08	05 41 47	откр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+1.5	+0.7
VII.30	04 28 53	откр.	3256	6.1	22 12 25.8	-14 11 38	+1.3	-0.5
VIII.05	04 14 35	откр.	444	5.9	03 00 44.1	10 52 13	+0.9	+1.7
VIII.08	04 45 47	откр.	895	5.9	05 54 56.7	19 44 59	+0.9	+0.0
VIII.16	21 20 37	покр.	2043	6.5	14 16 48.7	-08 53 04	+0.9	-1.1
VIII.18	23 03 52	покр.	2291	5.5	16 00 19.6	-16 32 00	+0.7	-1.4
VIII.28	05 13 28	покр.	3478	6.4	23 35 32.1	-07 27 52	+0.7	+0.0
IX.01	02 49 03	откр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+9.9	+9.9
IX.01	23 42 45	откр.	508	4.1	03 30 52.4	12 56 12	-0.2	+1.9
IX.03	01 02 25	откр.	667	5.0	04 28 26.4	16 21 35	-0.2	+2.1
IX.05	02 12 18	откр.	995	4.1	06 28 57.8	20 12 44	+0.2	+0.6
IX.07	06 23 56	покр.	1310	3.9	08 44 41.1	18 09 16	+9.9	+9.9
IX.15	19 19 31	покр.	2361	4.2	16 27 01.4	-18 27 23	+1.3	-1.9
IX.15	20 08 38	откр.	2361	4.2	16 27 01.4	-18 27 23	+1.3	-0.3

Дата 2018	T ч м с	Явле-ние	Звезда номер (ZC)	m	$\alpha_{J2000.0}$ ч м с	$\delta_{J2000.0}$ ° ′ ″	a мин/°	b мин/°
IX.17	21 32 19	покр.	2635	5.5	18 14 15.9	-21 42 47	+1.7	-1.7
IX.18	20 42 39	покр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.7	-0.3
IX.18	22 06 19	откр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.4	-0.8
IX.22	21 23 24	покр.	3288	5.8	22 24 27.1	-13 31 46	+1.5	+1.1
IX.23	01 23 45	покр.	3303	6.4	22 30 01.5	-12 54 54	+1.3	-0.7
IX.24	00 23 58	покр.	3419	4.2	23 15 53.5	-09 05 16	+1.1	+1.1
IX.24	01 38 17	покр.	3425	4.4	23 17 54.2	-09 10 57	+2.3	-2.1
IX.27	23 28 14	покр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+0.7	+1.7
IX.28	00 36 34	откр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+0.9	+1.8
IX.30	05 59 44	откр.	650	5.6	04 23 25.1	16 46 38	+1.5	+0.0
IX.30	23 04 00	откр.	764	4.9	05 07 27.0	18 38 42	+0.5	+0.0
X.03	05 07 00	покр.	1113	5.1	07 21 56.9	20 26 37	+1.0	+1.8
X.03	06 13 49	откр.	1113	5.1	07 21 56.9	20 26 37	+1.5	-0.3
X.07	04 43 23	откр.	1625	5.8	11 14 01.8	08 03 39	-0.1	+1.2
X.18	20 24 13	покр.	3113	5.4	21 17 57.3	-17 59 06	+1.9	+0.0
X.20	00 42 36	покр.	3256	6.1	22 12 25.8	-14 11 38	+0.6	-0.4
X.20	20 08 10	покр.	3356	5.8	22 53 28.7	-11 36 59	+2.8	-1.2
X.22	01 25 10	покр.	3506	6.1	23 48 32.5	-06 22 50	+1.4	-1.6
X.28	22 08 40	откр.	888	6.0	05 52 23.4	19 52 04	-0.1	+2.1
X.28	22 19 40	покр.	894	4.4	05 54 23.0	20 16 34	-0.2	+2.5
X.28	23 03 17	откр.	894	4.4	05 54 23.0	20 16 34	+0.9	+0.6
X.29	03 21 08	покр.	915	4.6	06 03 55.2	20 08 18	+9.9	+9.9
X.30	02 33 44	покр.	1077	4.0	07 04 06.5	20 34 13	+1.6	-1.1
X.30	03 24 57	откр.	1077	4.0	07 04 06.5	20 34 13	+1.3	+2.7
X.30	23 16 32	откр.	1193	5.4	07 55 39.9	19 53 02	+0.1	+1.0
X.31	01 30 41	откр.	1205	6.3	08 00 48.1	19 48 58	+0.8	+1.1
XI.14	18 50 08	покр.	3069	6.3	20 59 36.1	-19 02 07	+1.4	-0.4
XI.15	18 59 20	покр.	3190	2.9	21 47 02.4	-16 07 38	+9.9	+9.9
XI.17	16 06 11	покр.	3428	5.0	23 18 57.7	-09 36 39	+1.0	+1.3
XI.21	23 30 43	покр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+1.7	-0.4
XI.22	00 38 58	откр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+1.1	+0.7
XI.27	01 42 40	откр.	1171	6.5	07 45 09.3	20 18 58	+1.3	+1.6
XI.27	07 03 54	откр.	1193	5.4	07 55 39.9	19 53 02	+1.2	-0.3
XI.30	06 08 18	откр.	1576	5.3	10 49 15.4	10 32 43	+1.5	-0.4
XII.04	06 34 08	откр.	2043	6.5	14 16 48.7	-08 53 04	+0.8	+0.3
XII.19	02 52 35	покр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	-0.4	-3.6
XII.19	21 24 11	покр.	462	6.0	03 10 38.8	11 52 21	+9.9	+9.9
XII.23	18 15 40	откр.	1077	4.0	07 04 06.5	20 34 13	-0.6	+2.2
XII.25	05 14 12	откр.	1276	6.5	08 31 41.3	18 59 16	+1.0	-1.1
XII.26	00 59 10	откр.	1395	6.3	09 25 32.5	16 35 08	+1.3	+1.2

Покрытие звезд Луной. Львов

Дата 2018	T ч м с	Явле-ние	Звезда номер (ZC)	m	$\alpha_{J2000.0}$ ч м с	$\delta_{J2000.0}$ ° ′ ″	a мин/°	b мин/°
I.04	22 57 32	откр.	1434	5.4	09 43 43.9	14 01 18	+0.7	+0.4
I.10	08 13 01	откр.	2043	6.5	14 16 48.7	-08 53 04	+1.1	-1.7
I.20	18 25 54	покр.	3347	6.2	22 48 30.2	-10 33 20	+3.4	-0.4
I.22	18 31 02	покр.	49	6.1	00 24 29.6	-02 13 09	+0.7	+1.3
I.25	20 15 57	покр.	444	5.9	03 00 44.1	10 52 13	+1.8	-1.4
I.26	01 33 40	покр.	462	6.0	03 10 38.8	11 52 21	+0.1	-0.1
I.27	01 41 10	покр.	608	6.0	04 07 42.0	15 09 46	+0.1	-1.5
I.29	03 35 50	покр.	947	5.2	06 14 50.9	19 09 23	+0.1	-1.6
II.08	05 34 14	покр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+1.3	-0.1
II.08	06 55 10	откр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+1.8	-0.3
II.12	07 51 06	покр.	2759	3.5	18 57 43.8	-21 06 24	+9.9	+9.9
II.19	19 45 07	покр.	150	6.1	01 03 49.0	01 22 01	+0.5	-0.4
II.21	19 37 28	покр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+0.9	+1.4
II.21	20 28 59	откр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+1.0	-2.5
II.23	15 16 51	покр.	667	5.0	04 28 26.4	16 21 35	+0.4	+2.4
II.23	16 12 31	покр.	677	4.8	04 30 33.6	16 11 38	+1.5	+0.5
II.23	19 19 52	покр.	692	0.9	04 35 55.2	16 30 33	+1.9	-2.1
II.23	20 11 23	откр.	692	0.9	04 35 55.2	16 30 33	+1.3	+2.1
II.24	17 26 36	покр.	832	4.3	05 32 12.8	18 35 39	+1.2	+1.1

Дата 2018	*T* ч м с	Явление	Звезда				*a*	*b*
			номер (ZC)	*m*	$\alpha_{J2000.0}$ ч м с	$\delta_{J2000.0}$ ° ′ ″	мин/°	мин/°
II.24	18 10 21	покр.	836	5.7	05 33 31.6	18 32 25	+1.6	+0.0
II.24	18 39 02	откр.	832	4.3	05 32 12.8	18 35 39	+1.4	+1.0
II.28	20 03 14	покр.	1434	5.4	09 43 43.9	14 01 18	+0.8	+1.1
III.05	05 33 48	откр.	1950	5.7	13 35 31.3	-05 23 46	+0.7	-2.3
III.06	00 03 07	откр.	2043	6.5	14 16 48.7	-08 53 04	+0.8	+1.2
III.11	04 54 57	откр.	2697	6.5	18 35 21.3	-20 50 26	+1.0	+0.9
III.20	17 34 50	покр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+2.1	-6.7
III.21	18 44 21	откр.	491	6.0	03 24 10.1	12 37 47	+1.3	-5.0
III.21	22 14 19	откр.	508	4.1	03 30 52.4	12 56 12	+9.9	+9.9
III.22	22 30 05	покр.	667	5.0	04 28 26.4	16 21 35	+0.0	-1.7
III.24	00 42 59	покр.	832	4.3	05 32 12.8	18 35 39	-0.3	-1.3
III.28	02 57 40	покр.	1415	6.3	09 35 52.9	14 22 47	+0.5	-0.9
IV.04	00 17 35	откр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+0.5	+0.8
IV.04	05 54 37	откр.	2247	5.4	15 44 04.4	-15 40 22	+0.6	-0.9
IV.07	03 41 42	откр.	2633	3.8	18 13 45.8	-21 03 32	+1.4	+1.8
IV.08	05 33 18	покр.	2797	2.9	19 09 45.8	-21 01 25	+1.5	+1.1
IV.08	06 57 01	откр.	2797	2.9	19 09 45.8	-21 01 25	+1.8	+0.2
IV.17	21 02 54	покр.	462	6.0	03 10 38.8	11 52 21	-0.2	-2.0
IV.20	19 13 34	покр.	913	5.1	06 03 27.4	19 41 26	+1.4	-0.5
IV.20	20 24 20	откр.	913	5.1	06 03 27.4	19 41 26	+1.0	-1.3
IV.20	23 19 49	покр.	940	5.8	06 12 01.3	19 47 26	+0.5	-0.4
IV.28	22 21 18	покр.	1950	5.7	13 35 31.3	-05 23 46	+1.3	+0.8
V.08	05 48 40	покр.	3126	4.3	21 22 14.8	-16 50 04	+1.2	+2.7
V.08	06 30 12	откр.	3126	4.3	21 22 14.8	-16 50 04	+2.2	-0.7
V.20	22 20 25	покр.	1331	6.3	08 55 22.9	17 13 53	+9.9	+9.9
VI.24	21 31 08	покр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+2.9	+2.9
VI.24	22 05 19	откр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+0.0	-2.6
VI.29	01 12 52	покр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.6	-0.2
VI.29	02 22 13	откр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.7	+0.5
VII.03	03 34 23	откр.	3288	5.8	22 24 27.1	-13 31 46	+1.4	+1.4
VII.04	06 54 49	откр.	3419	4.2	23 15 53.5	-09 05 16	+1.9	-0.8
VII.04	07 52 45	откр.	3425	4.4	23 17 54.2	-09 10 57	+0.5	+1.3
VII.08	04 51 50	покр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+0.0	+2.8
VII.08	05 31 50	откр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+1.4	+0.6
VII.30	04 19 58	откр.	3256	6.1	22 12 25.8	-14 11 38	+1.6	-0.4
VIII.01	05 42 48	откр.	3506	6.1	23 48 32.5	-06 22 50	+1.3	+0.3
VIII.05	04 08 10	откр.	444	5.9	03 00 44.1	10 52 13	+0.8	+1.7
VIII.08	04 39 47	откр.	895	5.9	05 54 56.7	19 44 59	+1.0	-0.6
VIII.08	08 37 55	откр.	915	4.6	06 03 55.2	20 08 18	+2.9	-6.3
VIII.16	21 14 51	покр.	2043	6.5	14 16 48.7	-08 53 04	+1.1	-1.1
VIII.18	22 59 12	покр.	2291	5.5	16 00 19.6	-16 32 00	+1.0	-1.3
VIII.28	05 08 32	покр.	3478	6.4	23 35 32.1	-07 27 52	+0.9	+0.0
IX.01	23 43 08	откр.	508	4.1	03 30 52.4	12 56 12	-0.3	+1.8
IX.03	01 02 40	откр.	667	5.0	04 28 26.4	16 21 35	-0.3	+1.9
IX.05	02 10 50	откр.	995	4.1	06 28 57.8	20 12 44	+0.1	+0.4
IX.07	06 20 12	откр.	1310	3.9	08 44 41.1	18 09 16	+9.9	+9.9
IX.15	19 12 08	покр.	2361	4.2	16 27 01.4	-18 27 23	+1.2	-1.9
IX.15	19 59 16	откр.	2361	4.2	16 27 01.4	-18 27 23	+1.6	+0.0
IX.17	21 22 13	покр.	2635	5.5	18 14 15.9	-21 42 47	+1.8	-1.4
IX.18	20 31 13	покр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.8	+0.1
IX.18	21 57 00	откр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.6	-0.6
IX.22	21 13 31	покр.	3288	5.8	22 24 27.1	-13 31 46	+1.3	+1.4
IX.23	01 15 09	покр.	3303	6.4	22 30 01.5	-12 54 54	+1.4	-0.3
IX.24	00 16 26	покр.	3419	4.2	23 15 53.5	-09 05 16	+1.0	+1.5
IX.24	01 24 47	покр.	3425	4.4	23 17 54.2	-09 10 57	+2.2	-1.1
IX.27	23 23 00	покр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+0.5	+1.8
IX.28	00 29 47	откр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+0.8	+1.8
IX.30	05 49 48	откр.	650	5.6	04 23 25.1	16 46 38	+1.6	+0.2
IX.30	23 00 25	откр.	764	4.9	05 07 27.0	18 38 42	+0.8	-1.1
X.03	04 59 46	покр.	1113	5.1	07 21 56.9	20 26 37	+0.8	+2.0
X.03	06 04 26	откр.	1113	5.1	07 21 56.9	20 26 37	+0.8	+2.0
X.18	20 12 16	покр.	3113	5.4	21 17 57.3	-17 59 06	+1.8	+0.4
X.20	00 38 47	покр.	3256	6.1	22 12 25.8	-14 11 38	+0.7	-0.1
X.20	19 53 58	покр.	3356	5.8	22 53 28.7	-11 36 59	+1.9	+0.0
X.22	01 16 29	покр.	3506	6.1	23 48 32.5	-06 22 50	+1.5	-1.1
X.28	22 08 09	откр.	888	6.0	05 52 23.4	19 52 04	-0.2	+1.9

Дата 2018	T ч м с	Явле-ние	Звезда номер (ZC)	m	$\alpha_{J2000.0}$ ч м с	$\delta_{J2000.0}$ ° ' "	a мин/°	b мин/°
X.28	22 20 10	покр.	894	4.4	05 54 23.0	20 16 34	-0.4	+2.6
X.28	22 57 28	откр.	894	4.4	05 54 23.0	20 16 34	+0.8	+0.4
X.30	02 24 13	покр.	1077	4.0	07 04 06.5	20 34 13	+1.5	-0.7
X.30	03 15 20	откр.	1077	4.0	07 04 06.5	20 34 13	+1.1	+2.9
X.30	23 15 31	откр.	1193	5.4	07 55 39.9	19 53 02	+0.0	+0.9
X.31	01 25 33	откр.	1205	6.3	08 00 48.1	19 48 58	+0.6	+1.1
XI.14	18 40 52	покр.	3069	6.3	20 59 36.1	-19 02 07	+1.5	+0.0
XI.21	23 19 54	покр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+1.7	+0.1
XI.22	00 31 08	откр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+1.2	+0.9
XI.27	01 33 43	откр.	1171	6.5	07 45 09.3	20 18 58	+1.1	+1.8
XI.27	06 54 32	откр.	1193	5.4	07 55 39.9	19 53 02	+1.7	+0.7
XI.30	05 58 05	откр.	1576	5.3	10 49 15.4	10 32 43	+1.6	+0.2
XII.04	06 28 48	откр.	2043	6.5	14 16 48.7	-08 53 04	+0.7	+0.7
XII.09	18 00 07	покр.	2762	6.1	18 58 24.8	-22 31 46	+2.5	-5.0
XII.19	02 57 31	покр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	-0.4	-5.4
XII.19	21 03 18	покр.	462	6.0	03 10 38.8	11 52 21	+2.9	-2.5
XII.23	18 18 18	откр.	1077	4.0	07 04 06.5	20 34 13	-0.6	+1.9
XII.25	05 07 11	откр.	1276	6.5	08 31 41.3	18 59 16	+1.3	-0.6
XII.26	00 50 37	откр.	1395	6.3	09 25 32.5	16 35 08	+1.1	+1.5

Покрытие звезд Луной. Харьков

Дата 2018	T ч м с	Явле-ние	Звезда номер (ZC)	m	$\alpha_{J2000.0}$ ч м с	$\delta_{J2000.0}$ ° ' "	a мин/°	b мин/°
I.04	23 07 30	откр.	1434	5.4	09 43 43.9	14 01 18	+0.9	+0.3
I.05	06 44 03	откр.	1466	5.3	09 58 13.4	12 26 41	+3.7	+4.6
I.20	18 33 23	покр.	3347	6.2	22 48 30.2	-10 33 20	+0.5	-0.9
I.22	18 40 02	покр.	49	6.1	00 24 29.6	-02 13 09	+0.7	+0.5
I.25	20 35 35	покр.	444	5.9	03 00 44.1	10 52 13	+1.5	-2.3
I.27	01 40 59	покр.	608	6.0	04 07 42.0	15 09 46	-0.1	-1.3
I.29	03 35 19	покр.	947	5.2	06 14 50.9	19 09 23	-0.1	-1.3
II.08	05 51 58	покр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+1.6	-0.4
II.08	07 15 28	откр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+1.6	-1.0
II.11	04 18 18	откр.	2591	6.2	18 00 00.1	-20 20 22	+0.5	+0.9
II.19	19 49 47	покр.	150	6.1	01 03 49.0	01 22 01	+0.3	-0.6
II.21	19 48 20	покр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+0.8	+0.9
II.21	20 37 48	откр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+0.5	-2.5
II.23	15 24 30	покр.	667	5.0	04 28 26.4	16 21 35	+0.8	+2.0
II.23	16 33 36	покр.	677	4.8	04 30 33.6	16 11 38	+2.0	-0.9
II.23	17 21 15	откр.	677	4.8	04 30 33.6	16 11 38	+0.9	+3.1
II.23	19 40 14	покр.	692	0.9	04 35 55.2	16 30 33	+1.5	-2.9
II.23	20 27 26	откр.	692	0.9	04 35 55.2	16 30 33	+1.3	+1.6
II.24	17 43 25	покр.	832	4.3	05 32 12.8	18 35 39	+1.5	+0.4
II.24	18 30 43	покр.	836	5.7	05 33 31.6	18 32 25	+1.7	-1.0
II.24	18 57 04	откр.	832	4.3	05 32 12.8	18 35 39	+1.5	+0.7
II.28	20 15 41	покр.	1434	5.4	09 43 43.9	14 01 18	+1.2	+0.9
II.29	00 55 51	покр.	1449	6.5	09 51 02.0	13 03 58	-0.4	-4.6
III.01	04 18 55	покр.	1466	5.3	09 58 13.4	12 26 41	-0.4	-2.7
III.05	05 40 40	откр.	1950	5.7	13 35 31.3	-05 23 46	+0.5	-2.8
III.06	00 13 55	откр.	2043	6.5	14 16 48.7	-08 53 04	+1.0	+0.6
III.11	05 09 32	откр.	2697	6.5	18 35 21.3	-20 50 26	+1.3	+0.4
III.20	17 57 50	откр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+9.9	+9.9
III.21	18 55 03	откр.	491	6.0	03 24 10.1	12 37 47	+0.6	-4.5
III.21	20 39 58	откр.	498	6.3	03 27 18.7	12 44 07	+9.9	+9.9
III.22	22 29 08	покр.	667	5.0	04 28 26.4	16 21 35	-0.1	-1.4
IV.04	00 25 30	откр.	2223	3.9	15 35 31.6	-14 47 22	+0.7	+0.4
IV.07	04 00 10	откр.	2633	3.8	18 13 45.8	-21 03 32	+1.6	+1.1
IV.08	06 53 50	покр.	2797	2.9	19 09 45.8	-21 01 25	+1.8	+0.6
IV.08	07 19 01	откр.	2797	2.9	19 09 45.8	-21 01 25	+1.8	-0.5
IV.20	19 29 00	покр.	913	5.1	06 03 27.4	19 41 26	+1.1	-0.7
IV.20	20 34 06	откр.	913	5.1	06 03 27.4	19 41 26	+0.6	-1.7
IV.20	23 24 58	покр.	940	5.8	06 12 01.3	19 47 26	+0.4	+0.2
IV.28	22 40 22	покр.	1950	5.7	13 35 31.3	-05 23 46	+1.8	+0.8

Дата 2018	*T* ч м с	Явле-ние	Звезда				*a* мин/°	*b* мин/°
			номер (ZC)	*m*	$\alpha_{J2000.0}$ ч м с	$\delta_{J2000.0}$ ° ′ ″		
V.08	06 58 21	откр.	3126	4.3	21 22 14.8	-16 50 04	+2.3	-0.9
V.19	20 46 47	покр.	1186	6.0	07 51 56.8	19 19 30	+0.8	-0.8
VI.29	01 34 26	покр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.9	-0.8
VI.29	02 40 14	откр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.3	+0.1
VII.03	03 51 28	откр.	3288	5.8	22 24 27.1	-13 31 46	+1.3	+1.1
VII.04	07 14 41	откр.	3419	4.2	23 15 53.5	-09 05 16	+1.4	-0.8
VII.04	07 53 57	откр.	3425	4.4	23 17 54.2	-09 10 57	-0.5	+3.3
VII.08	05 50 20	откр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+1.6	+0.7
VII.30	04 35 54	откр.	3256	6.1	22 12 25.8	-14 11 38	+1.1	-0.4
VIII.05	04 19 04	откр.	444	5.9	03 00 44.1	10 52 13	+1.0	+1.7
VIII.08	01 50 43	откр.	895	5.9	05 54 56.7	19 44 59	+0.9	+0.4
VIII.08	09 04 06	откр.	915	4.6	06 03 55.2	20 08 18	+1.9	-2.9
VIII.16	21 25 32	покр.	2043	6.5	14 16 48.7	-08 53 04	+0.7	-1.2
VIII.18	23 08 15	покр.	2291	5.5	16 00 19.6	-16 32 00	+0.6	-1.4
VIII.28	05 16 39	откр.	3478	6.4	23 35 32.1	-07 27 52	+0.5	+0.2
IX.01	02 54 59	откр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+9.9	+9.9
IX.01	23 40 55	откр.	508	4.1	03 30 52.4	12 56 12	-0.1	+2.0
IX.03	01 00 21	откр.	667	5.0	04 28 26.4	16 21 35	-0.2	+2.3
IX.05	01 31 38	покр.	995	4.1	06 28 57.8	20 12 44	-0.5	+2.0
IX.05	02 13 23	откр.	995	4.1	06 28 57.8	20 12 44	+0.3	+0.8
IX.07	06 22 22	покр.	1310	3.9	08 44 41.1	18 09 16	+9.9	+9.9
IX.07	06 31 38	откр.	1310	3.9	08 44 41.1	18 09 16	+2.4	-9.8
IX.15	19 28 16	покр.	2361	4.2	16 27 01.4	-18 27 23	+1.4	-2.2
IX.15	20 15 29	откр.	2361	4.2	16 27 01.4	-18 27 23	+1.0	-0.4
IX.17	21 42 39	покр.	2635	5.5	18 14 15.9	-21 42 47	+1.6	-2.1
IX.18	20 52 43	покр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.7	-0.6
IX.18	22 14 09	откр.	2779	3.8	19 04 41.0	-21 44 29	+1.2	-0.9
IX.22	21 31 58	покр.	3288	5.8	22 24 27.1	-13 31 46	+1.7	+0.8
IX.23	01 31 34	покр.	3303	6.4	22 30 01.5	-12 54 54	+1.3	-1.1
IX.24	00 29 56	покр.	3419	4.2	23 15 53.5	-09 05 16	+1.1	+0.7
IX.27	23 32 25	покр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+1.0	+1.5
IX.28	00 41 06	откр.	364	4.3	02 28 09.5	08 27 36	+1.0	+1.9
IX.30	06 08 03	откр.	650	5.6	04 23 25.1	16 46 38	+1.4	-0.1
IX.30	23 06 43	откр.	764	4.9	05 07 27.0	18 38 42	+0.5	+0.4
X.03	05 12 43	покр.	1113	5.1	07 21 56.9	20 26 37	+1.2	+1.5
X.03	06 22 40	откр.	1113	5.1	07 21 56.9	20 26 37	+1.5	-0.4
X.07	04 42 25	откр.	1625	5.8	11 14 01.8	08 03 39	+0.0	+1.3
X.18	20 35 11	покр.	3113	5.4	21 17 57.3	-17 59 06	+1.9	-0.5
X.20	00 45 55	покр.	3256	6.1	22 12 25.8	-14 11 38	+0.5	-0.6
X.22	01 33 47	покр.	3506	6.1	23 48 32.5	-06 22 50	+1.3	-2.2
X.28	22 07 20	откр.	888	6.0	05 52 23.4	19 52 04	-0.1	+2.3
X.28	22 17 55	покр.	894	4.4	05 54 23.0	20 16 34	+0.0	+2.3
X.28	23 08 16	откр.	894	4.4	05 54 23.0	20 16 34	+1.0	+0.7
X.30	02 44 00	покр.	1077	4.0	07 04 06.5	20 34 13	+1.7	-1.9
X.30	03 31 36	откр.	1077	4.0	07 04 06.5	20 34 13	+1.5	+2.9
X.30	23 16 56	откр.	1193	5.4	07 55 39.9	19 53 02	+0.2	+1.1
X.31	01 35 00	откр.	1205	6.3	08 00 48.1	19 48 58	+0.9	+1.1
XI.14	18 58 14	покр.	3069	6.3	20 59 36.1	-19 02 07	+1.3	-0.7
XI.15	19 08 03	покр.	3190	2.9	21 47 02.4	-16 07 38	+9.9	+9.9
XI.17	16 12 24	покр.	3428	5.0	23 18 57.7	-09 36 39	+1.3	+1.1
XI.21	23 40 30	покр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+1.7	-1.0
XI.22	00 44 30	откр.	405	4.3	02 44 56.5	10 06 51	+1.0	+0.8
XI.25	19 11 58	откр.	991	6.2	06 27 56.7	20 29 47	-0.4	+1.8
XI.27	01 49 50	откр.	1171	6.5	07 45 09.3	20 18 58	+1.4	+1.5
XI.27	06 10 13	откр.	1193	5.4	07 55 39.9	19 53 02	+0.9	-0.7
XI.30	06 17 09	откр.	1576	5.3	10 49 15.4	10 32 43	+1.5	-0.8
XII.04	06 38 57	откр.	2043	6.5	14 16 48.7	-08 53 04	+0.9	+0.1
XII.23	18 10 53	откр.	1077	4.0	07 04 06.5	20 34 13	-0.7	+2.7
XII.25	05 20 03	откр.	1276	6.5	08 31 41.3	18 59 16	+0.8	-1.3
XII.26	01 06 22	откр.	1395	6.3	09 25 32.5	16 35 08	+1.4	+1.1

Покрытие звезд астероидами

Малые планеты, размеры которых составляют десятки и сотни километров, в своем движении по небу иногда затмевают звезды. Диаметры последних измеряются сотнями тысяч и миллионами километров, но из-за разницы в расстояниях до Земли видимые угловые размеры астероидов (десятые и сотые доли угловой секунды), как правило, превосходят поперечники звезд. В зависимости от размера астероида и его видимой скорости движения по орбите длительность покрытия может составлять от секунд до десятков секунд. Измерив этот интервал времени и зная скорость движения астероида на фоне звезд, можно определить поперечник небесного тела.

Покрытия звёзд астероидами используются для: уточнения орбиты астероида; уточнения размеров и формы астероида; исследования атмосферы крупнейших астероидов; обнаружения кратности астероида (спутники и кольца астероидов); определения угловых размеров покрываемой звезды; исследования атмосферы звёзд; обнаружения кратности звёзд; открытия астероидов. Наблюдение покрытий звезд астероидами – одна из редких областей астрономии, в которую любители даже со скромным оборудованием могут внести реальный вклад.

В таблице 2 приведены обстоятельства покрытия звезд яркими астероидами на 2018 год и приняты такие обозначения: T – момент явления по киевскому времени; Δm – максимальное изменение блеска звезды во время явления в звездных величинах; m – звездная величина звезды из каталога Tycho-2 или Hipparcos; m_A – звездная величина астероида; $\alpha_{J2000.0}$, $\delta_{J2000.0}$ – прямое восхождение и склонение звезды.

Таблица 2

Дата 2018	T ч м	Δm	Звезда				Астероид				
			№	m	$\alpha_{J2000.0}$ ч м с	$\delta_{J2000.0}$ ° ′ ″	№	название	диаметр км	″	m_A
I.09	04 03.5	4.0	TYC 1869-00408-1	8.8	05 36 19.1031	26 21 27.929	138	Tolosa	59	0.046	12.8
I.13	20 15.5	1.0	TYC 1341-00957-1	8.1	06 39 26.2760	22 08 52.107	8	Flora	140	0.181	8.6
II.23	21 34.0	3.2	HIP 22583	9.8	04 51 36.3642	12 47 37.993	129	Antigone	130	0.057	12.9
IX.08	03 38.0	4.3	HIP 7594	8.3	01 37 50.4960	38 01 17.326	654	Zelinda	127	0.102	12.6
IX.13	03 02.0	2.5	TYC 1329-01482-1	9.4	06 37 42.8990	15 24 33.135	216	Kleopatra	138	0.083	11.8
XI.18	06 36.5	1.2	TYC 2373-01454-1	10.7	04 33 46.3686	31 07 27.432	38	Leda	116	0.112	11.5

Следует заметить, что рассчитанные обстоятельства явления могут изменяться, если до момента наблюдения будут уточнены элементы орбиты указанных астероидов. Более подробную информацию можно получить на сайте «Астероидного отделения Международной ассоциации координации покрытий» (International Occultation Timing Association).

ДИАГРАММА ВИДИМОСТИ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

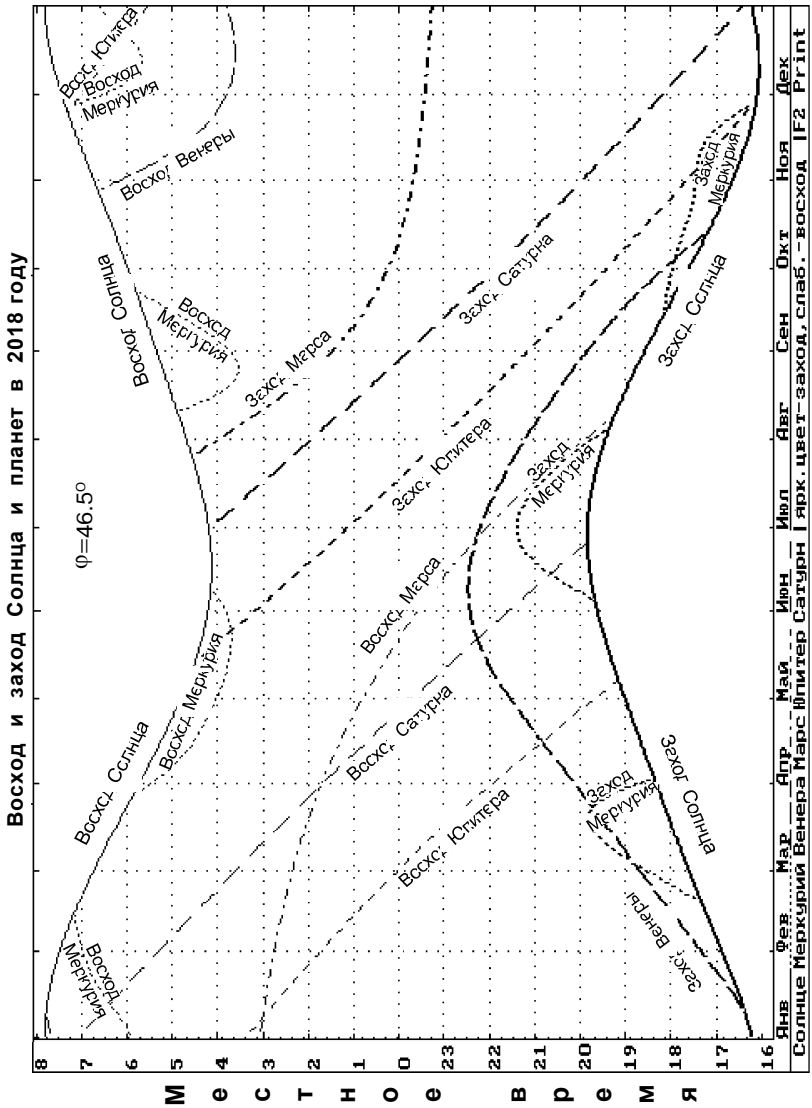
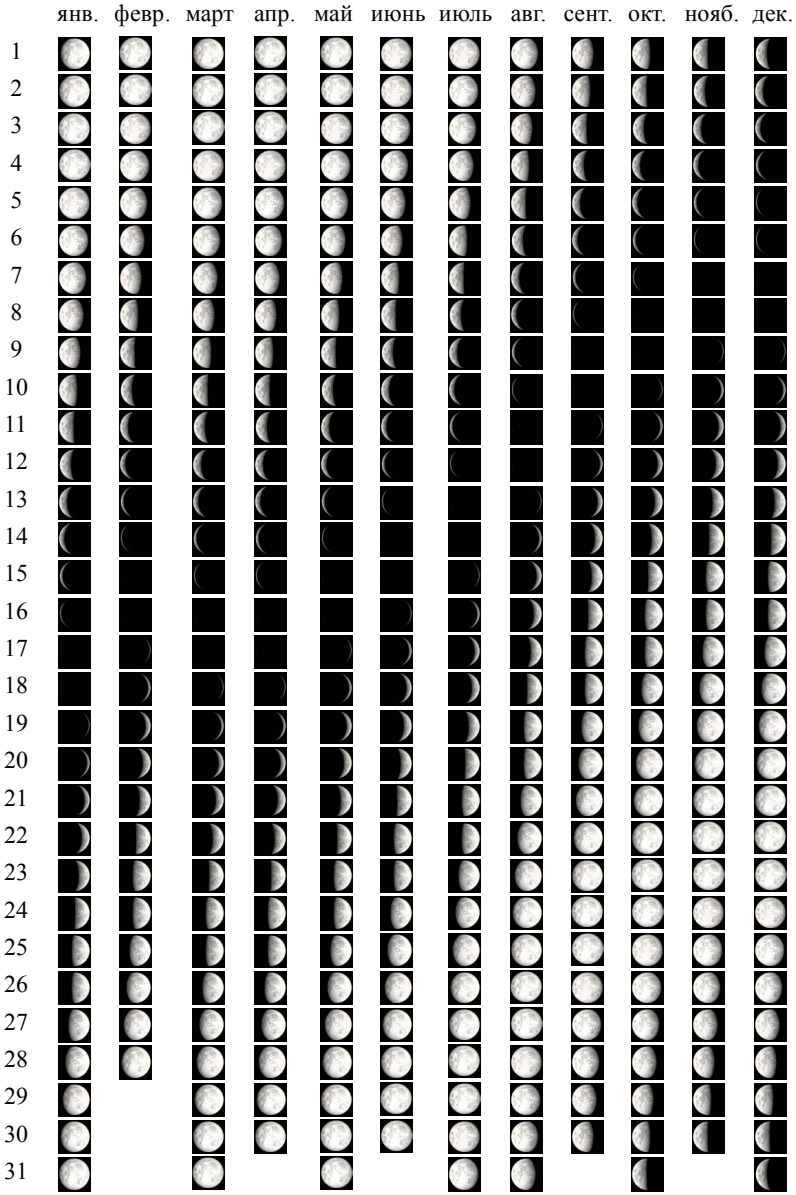


График восхода и захода Солнца и планет в 2018 году.
Линии восхода и захода Солнца даны для Одессы (φ=46.5°).

ФАЗЫ ЛУНЫ В 2018 ГОДУ



БОЛЬШИЕ ПЛАНЕТЫ

ХАРАКТЕРИСТИКИ БОЛЬШИХ ПЛАНЕТ

Планета	Среднее расстояние от Солнца а.е	млн.км	Сидерич. период обращ. (троп.год)	Период вращ. (сутки)	Масса 10^{24} кг	Средний радиус (км)	Температура (°С) на поверхности
Меркурий	0.387	57.9	0.241	58.65	0.330	2440	+340
Венера	0.723	108.2	0.615	243.0	4.869	6052	+460
Земля	1.000	149.6	1.000	0.997	5.974	6371	+14
Марс	1.524	227.9	1.881	1.026	0.642	3390	-20
Юпитер	5.203	778.3	11.86	0.413	1899	69911	-140
Сатурн	9.555	1429.4	29.42	0.444	568.5	58232	-170
Уран	19.218	2875.0	84.05	0.718	86.63	25362	-210
Нептун	30.110	4504.4	164.5	0.671	102.8	24622	-220

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Меркурий. В 2018 году будут 4 периода утренней видимости и 3 периода вечерней видимости Меркурия. Планета видна низко над горизонтом на фоне утренней или вечерней зари.

Первый период утренней видимости Меркурия наступит в начале января. Планета перемещается прямым движением низко над юго-восточным горизонтом в созвездии Змееносца, пребывая в фазе наилучшей видимости, поскольку находится в наибольшей западной элонгации. Восходит Меркурий утром в конце астрономических сумерек. Поскольку его звездная величина $-0^m.3$, то его не трудно разглядеть низко над горизонтом, продолжительность видимости будет составлять 1 час 8 минут. В начале месяца продолжительность видимости планеты максимальна. Далее время видимости постепенно сокращается, планета приближается к Солнцу и удаляется от Земли. 17 февраля Меркурий находится в верхнем соединении, пребывая за Солнцем, поэтому условия наблюдения чрезвычайно неблагоприятны.

Первый период вечерней видимости наступает в конце февраля. Меркурий движется все так же прямым движением по созвездию Водолея. С 26 февраля его можно попытаться рассмотреть низко над западным горизонтом. Продолжительность видимости планеты увеличивается с 4 минут в конце февраля до 1 часа 7 минут в середине марта. 3 марта Венера и Меркурий будут находиться на угловом расстоянии всего полтора градуса друг от друга. Меркурий удаляется от Солнца, двигаясь прямым движением по созвездию Рыб. 15 марта планета достигает наибольшей восточной элонгации, следовательно, условия наблюдения самые благоприятные. Блеск планеты к этому времени снизится вдвое, составит $-0^m.6$ и продолжит ослабевать, но продолжительность видимости в середине марта 1 час 7 минут, диаметр планеты составит 7" и продолжит расти до конца марта. Меркурий приближается к Земле, а на небе – к Солнцу. 1 апреля состоится нижнее соединение, когда планета проходит между Землей и Солнцем, наблюдения Меркурия очень затруднены.

Второй период утренней видимости начнется, когда Меркурий удалится от Солнца на достаточное угловое расстояние, а именно с 13 апреля. Меркурий находится по-прежнему в созвездии Рыб, видимость его составляет всего 1 минуту и искать его надо низко на горизонте в восточной части неба перед восходом Солнца, блеск планеты минимален и составляет $2^m.1$. Нужно заметить,что этот период утренней видимости неблагоприятен, – наибольшая про-

должительность видимости всего 5 минут. 29 апреля Меркурий будет находиться в наибольшей западной элонгации, но, поскольку он движется впереди Солнца, то появляется буквально на несколько минут перед восходом Солнца, вскоре скрываясь в его лучах. Наблюдения Меркурия затруднены из-за быстрого увеличения светового дня. К 11 мая блеск увеличится до $-0^m.1$, зато угловой диаметр уменьшится до 6.6". Планета по-прежнему движется по созвездию Рыб, время ее видимости невелико. На этом второй период утренней видимости Меркурия заканчивается, планета скрывается в лучах Солнца.

6 июня Меркурий находится в верхнем соединении, когда Земля, Солнце и планета располагаются на одной линии, Меркурий – за Солнцем. Условия для наблюдений планеты крайне неблагоприятны.

Через неделю Меркурий постепенно выходит из-за Солнца и с 12 июня вновь появляется низко на горизонте вскоре после захода Солнца в западной части неба, – начинается второй вечерний период видимости планеты. Блеск планеты максимален: $-1^m.6$, угловой диаметр всего 5.2", фаза планеты будет 0.96. Время видимости Меркурия постепенно увеличивается и достигнет 44 минут в конце июня. 13 июня планета находится на границе созвездий Тельца и Близнецов. Меркурий постепенно удаляется от Солнца и 29 июня пересечет границу созвездий Близнецов и Рака. 12 июля наступит наибольшая восточная элонгация Меркурия – планета находится на максимальном угловом расстоянии от Солнца 26°, следовательно, условия видимости самые благоприятные. Блеск планеты постепенно уменьшается, угловой диаметр увеличивается, и будет достигать 10" в конце периода видимости. С 14 июля планета постепенно приближается к Солнцу, находясь уже в созвездии Льва. 5 августа Меркурий пересечет границу созвездия Льва, перейдет в созвездие Рака и 9 августа окажется в нижнем соединении, проходя между Землей и Солнцем.

Третий период утренней видимости Меркурия начнется 15 августа, когда планета на земном небе достаточно далеко отойдет от Солнца. Время видимости вначале невелико – всего 1 минута, блеск минимальный – около $+3^m.3$. Планета движется прямым движением по созвездию Льва, все больше удаляясь от Солнца, блеск ее увеличивается, достигая максимального значения $-1^m.4$ к концу периода утренней видимости. Меркурий можно будет увидеть в восточной части неба низко над горизонтом перед восходом Солнца. 26 августа состоится западная элонгация планеты, при которой планета максимально удалена от Солнца, – условия видимости самые благоприятные. Время видимости Меркурия будет составлять более 1 часа, планета находится в созвездии Рака, 29 августа переберется в созвездие Льва, по которому и будет двигаться до конца периода видимости.

21 сентября состоится верхнее соединение Меркурия, когда планета находится за Солнцем и видеть ее невозможно. С этого момента планета удаляется от Солнца и с 23 октября начнется последний в этом году период вечерней видимости. Меркурий находится в созвездии Весов. Блеск планеты достигает $-0^m.2$. Планета постепенно удаляется от Солнца, ее можно наблюдать в юго-западной части неба низко над горизонтом. Двигаясь прямым движением, 30 октября планета пересечет границу созвездия Весов и перейдет в созвездие Скорпиона. В этот же день Меркурий пройдет всего в 3.3° южнее Юпитера, однако планета будет низко над горизонтом и это затруднит наблюдения. Меркурий все дальше отходит от Солнца и 6 ноября достигнет наибольшей восточной элонгации, правда видимость Меркурия в этот период всего 15 минут. Планета по вечерам видна над юго-западным горизонтом, перемещаясь прямым движением по созвездию Скорпиона. Блеск ее меняется с $-0^m.2$ до $+1^m.1$ 20 ноября, когда планета окончательно скроется в солнечных лучах.

27 ноября Меркурий пройдет нижнее соединение и с 30 ноября начнется последний в этом году период утренней видимости Меркурия. Планета движется попятным движением, которое сменится на прямое в середине декабря. Блеск Меркурия будет существенно возрастать с $+3^m.8$ до $-0^m.4$ в конце периода видимости. 15 декабря Меркурий будет находиться в максимальной западной элонгации – на максимальном расстоянии от Солнца, условия видимости будут наиболее благоприятными, а продолжительность 1 час 14 минут. Его можно будет увидеть в юго-восточной части неба невысоко над горизонтом. 21 декабря Меркурий пройдет всего в 1° от Юпитера. Обе планеты пребывают в созвездии Змееносца. С середины декабря Меркурий приближается к Солнцу, оставаясь при этом достаточно ярким, и постепенно скрывается в лучах утренней зари.

Эфемериды Меркурия приведены на стр. 72-73, а карты его видимого пути – на стр. 73-74.

Венера. В 2018 году условия для наблюдения Венеры не самые благоприятные, планета видна не более двух часов, начиная с апреля и на протяжении всего лета, но лучшие условия для наблюдений наступят в ноябре и декабре. Поскольку 9 января Венера пройдет верхнее соединение, то увидеть ее на небе не представляется возможным. Планета появится вечером низко на западном горизонте 18 февраля. В этот день продолжительность видимости составит всего 13 минут, планета движется прямым движением по созвездию Водолея. Блеск Венеры составит $-3^m.9$, угловой диаметр 10". К концу февраля период видимости увеличится до получаса. 3 марта Меркурий и Венера сблизятся на расстояние 1.5°.

В конце марта видимость составляет около часа, однако Венера все еще пребывает низко над горизонтом, постепенно отходя от Солнца. 2 марта планета покинет созвездие Водолея и перейдет в созвездие Рыб, а 30 марта – в созвездие Овна. Блеск планеты практически не меняется, ее по-прежнему можно видеть низко на западном горизонте в вечерних сумерках. 19 апреля Венера пересечет границу созвездий Овна и Тельца. Период видимости постепенно увеличивается до 2 часов в конце мая. Блеск планеты практически составляет $-3^m.9$, угловой диаметр медленно растет и достигает 11". 11 июня планета сместится в созвездие Рака, в это время она видна на высоте 15° над горизонтом сразу после окончания вечерних гражданских сумерек в северо-западной части неба.

В конце июля высота Венеры над горизонтом уменьшается, видимость составляет всего 1 час, блеск немного возрастет до $-4^m.3$. 17 августа Венера пройдет наибольшую восточную элонгацию. Планета будет находиться в западной части неба низко над горизонтом на высоте 7°, ее можно попытаться увидеть сразу после окончания вечерних гражданских сумерек. Период видимости планеты постепенно уменьшается и к середине сентября планета полностью скрывается в лучах Солнца. 26 октября Венера окажется в нижнем соединении – планета проходит между Землей и Солнцем, поэтому не видна в солнечных лучах.

В певых числах ноября начнется период утренней видимости Венеры. Ее можно будет найти низко над юго-восточным горизонтом сразу после начала утренних гражданских сумерек. Венера быстро скрывается в лучах утренней зари, поэтому только после 10 ноября планета доступна для наблюдений. Блеск ее достигает $-4^m.9$, угловой диаметр более 1', она движется прямым движением по созвездию Девы. Высота планеты растет, условия видимости улучшаются и к середине ноября длительность достигает 2 часов. В конце ноября высота Венеры достигает 25°. До конца года высота Венеры не изменится, 15 декабря планета покинет созвездие Девы и перейдет в созвездие Весов, по которому и будет перемещаться до конца года.

Эфемериды Венеры приведены на стр. 75, а карты ее видимого пути – на стр. 76.

Марс. 2018 год весьма благоприятен для наблюдений Марса, видимый угловой диаметр планеты будет изменяться от 4" до 21". В начале года Марс можно будет видеть утром перед восходом Солнца в созвездии Весов. С начала января Марс виден достаточно высоко над горизонтом. Блеск Марса состаâèò +1^{m}.5, диаметр планеты 5", продолжительность видимости достигает 5 часов. Середина января будет примечательна наличием на утреннем небе сразу 4 планет: в утренних сумерках практически на горизонте Меркурий и Сатурн в созвездии Скорпиона, а Марс и Юпитер на высоте 25° над южным горизонтом в созвездии Весов.

В феврале период видимости ненамного уменьшится и планета переместится из созвездия Весов в созвездие Скорпиона. 8 февраля Марс переместится из созвездия Скорпиона в созвездие Змееносца, отдаляясь от Юпитера и приближаясь к Сатурну. 12 марта Марс перейдет в созвездие Стрельца. Блеск будет увеличиваться и составит 0^{m}.6. 24 марта Марс будет в квадратуре. 2 апреля Марс и Сатурн сблизятся на расстояние всего в 1.3°. Марс поднимается над горизонтом в середине ночи и остается до утренних сумерек над южным горизонтом. Планета движется прямым движением по созвездию Стрельца по направлению к границе с созвездием Козерога, которую пересечет в середине мая. Блеск планеты увеличивается до -0^{m}.8, утренняя видимость составит 3 часа 40 минут. В середине июня Марс восходит около полуночи и виден на небе всю ночь. Период видимости увеличивается до 5 часов, блеск составляет -1^{m}.7, угловой диаметр – 18.5". В середине июля Марс восходит в вечерних сумерках и всю ночь виден над горизонтом, скрываясь на восходе Солнца. 27 июля Марс будет в противостоянии, когда планета приближается на минимальное расстояние к Земле. В 2018 году это всего 57.8 млн.км, блеск и угловой диаметр достигают максимальных значений -2^{m}.8 и 24.5" соответственно, продолжительность видимости планеты также максимальна – 7.5 часов. Марс перемещается попятным движением.

В начале сентября Марс пересекает границу созвездий Козерога и Стрельца, виден вечером низко над южным горизонтом. Видимость Марса будет постепенно сокращаться, составляя всего 6 часов вечером. Марс удаляется от Земли. В середине октября Марс заходит в полночь, блеск его уменьшается до -1^{m}.0, и наблюдать планету можно только с вечера в конце гражданских сумерек на высоте 23° в юго-западной части неба. В середине ноября наблюдения можно проводить вечером, в конце гражданских сумерек, на высоте 30° в созвездии Водолея. В середине декабря планета переходит в созвездие Рыб, где и будет пребывать до конца года. 3 декабря состоится квадратура Марса, расстояние до Земли составит более 1а.е., блеск упадет до +0^{m}.5, угловой диаметр планеты уменьшится до 7". С самого вечера Марс виден на высоте более 40° над южным горизонтом и доступен для наблюдений.

Эфемериды Марса приведены на стр. 77, а карта его видимого пути – на стр. 78.

Юпитер. Планета в январе появляется над горизонтом только после полуночи в созвездии Весов. Угловой диаметр 33", геоцентрическое расстояние 5,7 а.е., блеск достигает -1,7^{m}. Продолжительность видимости Юпитера около 4 часов. Планета находится в восточной части неба. 11 февраля Юпитер будет в квадратуре. В марте Юпитер восходит все раньше и раньше, находясь по-прежнему в созвездии Весов. Продолжительность видимости планеты увеличивается и достигает к концу месяца 7 часов. Планета перемещается обратным движением, приближаясь к Земле. В апреле Юпитер виден всю ночь высоко над южным горизонтом, блеск планеты составляет -2^{m}.3.

9 мая состоится противостояние Юпитера – расстояние между ним и Землей будет минимальным. Продолжительность видимости в это время максимальна – более 8 часов. Юпитер всю ночь блистает на небе как светило -2.4^m, его видимый угловой диаметр наибольший – 44", расстояние до Земли 4.4 а.е. Это самое благоприятное время для наблюдений планеты. Однако высота планеты в кульминации составляет только 26°. С конца мая продолжительность видимости начнет сокращаться. В июне время видимости быстро сокращается, планета кульминирует на юге на высоте 28° над горизонтом в сумерках и заходит ночью. 23 июня Луна пройдет на расстоянии в 3.5° от Юпитера. Планета не покидает пределов созвездия Весов, 7 августа Юпитер пройдет квадратуру. Звездная величина падает, диаметр планеты уменьшается, продолжительность видимости менее 2 часов.

В сентябре Юпитер виден только ранним вечером, он постепенно приближается к Солнцу, вследствие чего видимость сокращается. В октябре Юпитер скроется в лучах вечерней зари, планета не видна, в это время Юпитер покидает границы созвездия Весов и переходит в созвездие Скорпиона. 26 ноября состоится верхнее соединение Юпитера – планета находится за Солнцем. Только во второй половине декабря Юпитер появится низко над горизонтом перед восходом Солнца. Продолжительность видимости будет возрастать и к концу года достигнет полутора часов. Юпитер перемещается прямым движением и 21 декабря сблизится на 1° с Меркурием, но условия видимости будут неблагоприятными.

Эфемериды Юпитера и карта его видимого пути приведены на стр. 79.

Сатурн. Условия для наблюдений Сатурна в 2018 году достаточно благоприятные. В начале года планета не видна и только в середине января его можно найти в утренних гражданских сумерках низко на юго-востоке. Со временем высота Сатурна над горизонтом увеличивается, планета видна в созвездии Стрельца. В самом начале февраля продолжительность видимости Сатурна составляет около часа, он виден как светило +0^m.5 диаметром 15", медленно перемещающееся прямым движением по созвездию Стрельца, пределов которого он так и не покинет до конца года.

С начала марта Сатурн восходит во второй половине ночи и до рассвета виден низко над юго-восточным горизонтом. К середине месяца он хорошо наблюдается на предрассветном небе, причем Марс постепенно приближается к Сатурну, и 2 апреля они сблизятся до 1.3°. 29 марта Сатурн пройдет квадратуру. Продолжительность видимости Сатурна возрастает и в апреле составит более 3 часов. Планета все выше поднимается над южным горизонтом, двигаясь прямым движением. Весной планета восходит все раньше и наблюдается как светило +0^m.2 всю ночь. В конце апреля прямое движение Сатурна изменится на попятное. В мае Сатурн восходит около полуночи. Угловой диаметр планеты меняется несущественно и составляет 18". 27 июня Сатурн будет в противостоянии – это лучшие условия для наблюдений планеты. Расстояние от Земли 9 а.е., видимый блеск составит 0^m.0, кульминирует планета около 1 часа ночи.

В начале июля продолжительность видимости планеты наибольшая – 7 часов. Во второй половине лета время видимости Сатурна постепенно сокращается, заход за горизонт происходит все раньше. В сентябре планета заходит до полуночи. В середине месяца попятное движение Сатурна сменится прямым. Блеск уменьшается и к концу сентября составит +0^m.5, планета удаляется от Земли. 26 сентября Сатурн будет в квадратуре. Он доступен после окончания вечерних гражданских сумерек, но время видимости сократится до 3.5

часов. Сатурн заходит задолго до полуночи. В ноябре продолжительность видимости 2.5 часа, планета находится низко на западе и наблюдения ее затруднены. К концу года планета скроется в лучах вечерней зари.

Эфемериды и карты видимого пути Сатурна приведены на стр. 80.

Уран. В начале года Уран виден вечером в южной части небесной сферы. Он движется прямым движением по созвездию Рыб. Блеск Урана составляет $+5^m.8$, геоцентрическое расстояние 19.5 а.е. и постепенно увеличивается. Угловой диаметр диска 3.5" и медленно уменьшается. 11 января Уран будет в квадратуре. Видимость планеты составит более 7.5 часов. Планета удаляется от Земли, видимость Урана понемногу сокращается, он все раньше заходит за горизонт. Планета приближается к Солнцу, теряясь в его лучах в конце марта. 18 апреля состоится соединение Урана с Солнцем. В начале мая Уран перейдет в созвездие Овна. В начале июня Уран впервые появится вблизи восточного горизонта в утренних сумерках. Планета восходит все раньше, появляясь на горизонте в середине июля вскоре после полуночи. Уран постепенно приближается к Земле, 25 июля пройдет квадратуру. С середины сентября Уран меняет прямое движение на попятное, пребывая по-прежнему в созвездии Овна, планета до конца года не покидает его границ. Блеск и диаметр планеты изменяются мало. В сентябре Уран всю ночь виден на юге и скрывается в лучах утренней зари. 24 октября состоится его противостояние, – наступит самое благоприятное время для наблюдений. Уран виден всю ночь, геоцентрическое расстояние минимально 19.2 а.е., а угловой диаметр диска 3,6". С середины декабря продолжительность видимости начнет сокращаться, хоть Уран виден по-прежнему до поздней ночи.

Эфемериды и карта видимого пути Урана приведены на стр. 81.

Нептун. На протяжении всего года Нептун перемещается по созвездию Водолея. В январе планета видна после захода Солнца на юго-западе, до полуночи скрывается под горизонт. Нептун перемещается прямым движением, постепенно удаляясь от Земли. Продолжительность видимости с почти 4-х часов в начале января сокращается до полутора часов в начале февраля, а в середине месяца закончится период вечерней видимости планеты. Нептун приблизится к Солнцу и 4 марта состоится соединение.

Утренняя видимость Нептуна начнется в конце апреля, когда он появится на юго-востоке в лучах утренней зари. Только с мая его можно будет наблюдать на темном небе. Планета выйдет из-за Солнца и начнет приближаться к Земле, перемещаясь прямым движением. 7 июня наступит квадратура. Земля догоняет Нептун, и с середины июля его движение изменится на попятное. В середине июня Нептун можно наблюдать с полуночи и до утра. Продолжительность видимости будет постепенно увеличиваться и составит в конце сентября чуть более 9 часов. Противостояние Нептуна наступит 7 сентября, условия для наблюдений планеты самые благоприятные. В это время его геоцентрическое расстояние минимально и составит 29 а.е., а блеск максимален $+7^m.8$ при этом видимый диаметр диска планеты равен 2.3".

В октябре Нептун виден почти всю ночь, заходя под утро за горизонт. При этом он перемещается попятным движением. В ноябре заход будет уже происходить вскоре после полуночи, а в декабре – до нее. 7 декабря Нептун будет находиться в квадратуре, и виден достаточно высоко на юго-западе. 7 декабря Нептун и Марс пройдут на угловом расстоянии менее 5' друг от друга.

Эфемериды и карта видимого пути Нептуна приведены на стр. 82.

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

В эфемеридах планет указаны моменты восхода $t_в$, верхней кульминации $t_к$ и захода $t_з$ по киевскому времени, а также астрономические азимуты A точек восхода и захода для Одессы, а видимые геоцентрические экваториальные координаты (прямое восхождение α и склонение δ, отнесенные к среднему равноденствию даты), видимый диаметр диска d (для Юпитера и Сатурна – экваториальный), фаза и блеск, выраженный в звездных величинах m, приведенные для 0ч всемирного времени.

Видимый полярный диаметр $d_п$ дисков Юпитера и Сатурна может быть найден по формуле $d_п = k \cdot d$, где k – коэффициент, зависящий от величины сжатия планеты у полюсов; d – видимый экваториальный диаметр диска планеты. Для Юпитера $k = 0.935$.

Для Сатурна значение коэффициента k зависит от планетоцентрической широты B_o центра диска планеты и может быть найдено из следующей таблицы:

B_o	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
k	0.892	0.893	0.896	0.900	0.906	0.913	0.920

Планетоцентрическая широта B_o центра диска Сатурна берется из его физических эфемерид (стр. 87). Для промежуточных значений B_o коэффициент k определяется с помощью интерполяции.

В эфемериде Меркурия для периодов его видимости указаны моменты $t_{вз}$ восхода планеты в эпохи утренней видимости и захода при вечерней видимости, а также продолжительность видимости τ планеты для Одессы. Под продолжительностью видимости Меркурия понимается интервал времени между его восходом (заходом) и началом (концом) гражданских сумерек. В эфемериде Сатурна приведены видимые угловые размеры колец Сатурна: большой оси a внешнего кольца планеты и его малой оси b.

В нижней части эфемерид приводятся сведения о конфигурациях планет. Эфемерида Меркурия для периодов его видимости дается через 4 суток; эфемериды Венеры и Марса – через 8 суток; для остальных планет – через 16 суток. Этого вполне достаточно для сохранения точности при интерполяции параметров на любой промежуточный момент времени. Для удобства интерполяции эфемерид в таблицах используется некалендарная дата 35 декабря текущего года, соответствующая дате 4 января последующего года.

При интерполировании эфемеридных данных следует учитывать, что у верхних планет – Марса, Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна на протяжении 16 суток может быть 17 интервалов между последовательными одноименными явлениями, так как эти интервалы несколько меньше 24 часов.

Продолжительность видимости ярких планет (Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна) дается по отношению к гражданским сумеркам, а Урана и Нептуна (невидимых невооруженным глазом) – по отношению к навигационным сумеркам.

На картах видимого пути планет отмечено положение планет на 0ч всемирного времени соответствующей даты с интервалами: через 4 суток – для Меркурия, через 8 суток – для Венеры и Марса, через 16 суток – для остальных планет. Пунктирная линия означает, что в это время планета не видна.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВИДИМОСТИ ПЛАНЕТ (ДЛЯ ОДЕССЫ)

Дата 2018		Меркурий ч м	Венера ч м	Марс ч м	Юпитер ч м	Сатурн ч м	Уран ч м	Нептун ч м
Янв	1	1 8	-	4 47	3 43	-	7 48	3 59
	17	27	-	4 02	4 29	10	6 29	2 42
Февр.	2	-	-	3 58	5 06	52	5 07	1 21
	18	-	13	3 49	5 41	1 27	3 45	-
Март	5	39	34	3 39	6 11	1 55	2 29	-
	21	57	55	3 29	6 45	2 23	1 07	-
Апр.	6	-	1 18	3 21	7 21	2 51	-	-
	22	6	1 40	3 19	8 01	3 22	-	13
Май	8	3	1 56	3 25	8 10	3 58	-	44
	24	-	2 02	3 40	7 28	4 40	-	1 20
Июнь	9	-	1 54	4 16	6 06	5 34	38	2 08
	25	42	1 38	5 06	4 49	6 41	1 39	3 10
Июль	11	33	1 21	6 21	3 54	7 11	2 54	4 26
	27	-	1 06	7 28	3 06	6 51	4 20	5 53
Авг.	12	-	53	6 55	2 30	6 08	5 49	7 07
	28	1 01	40	6 19	2 02	5 52	7 17	8 05
Сент.	13	-	24	6 02	1 37	4 59	8 51	9 03
	29	-	-	6 02	1 13	4 29	10 03	9 12
Окт.	15	-	-	6 12	0 49	3 58	10 54	8 38
	31	9	-	6 25	0 22	3 26	11 40	7 59
Нояб.	16	11	1 51	6 35	-	2 49	11 17	7 11
Дек.	2	24	2 58	6 38	-	2 03	10 21	6 18
	18	1 10	3 21	6 33	0 46	1 09	9 21	5 15
	34	23	3 12	6 17	1 37	5	8 01	4 02

начало утренней видимости Венеры 2 ноября

Меркурий в течение 2018 года достигнет 4 утренних (январь, апрель август, декабрь) и 3 вечерних (март, июль, ноябрь) элонгаций, не удаляясь от Солнца более чем на 27 градусов.

Первая половина 2018 года для наблюдений Венеры неблагоприятна (9 января – верхнее соединение, 17 августа – вечерняя элонгация 46 градусов, а 26 октября – нижнее соединение с Солнцем).

Для наблюдений Марса 2018 год – благоприятен, поскольку 27 июля произойдет противостояние планеты, видимый диаметр достигнет 24 угловых секунд.

Наилучшая видимость Юпитера (весь год движется в созвездии Весов, в конце года переходя в созвездие Скорпиона) относится к середине года с противостоянием 9 мая.

Сатурн (созвездие Стрельца) также лучше всего виден в середине года с противостоянием 27 июня.

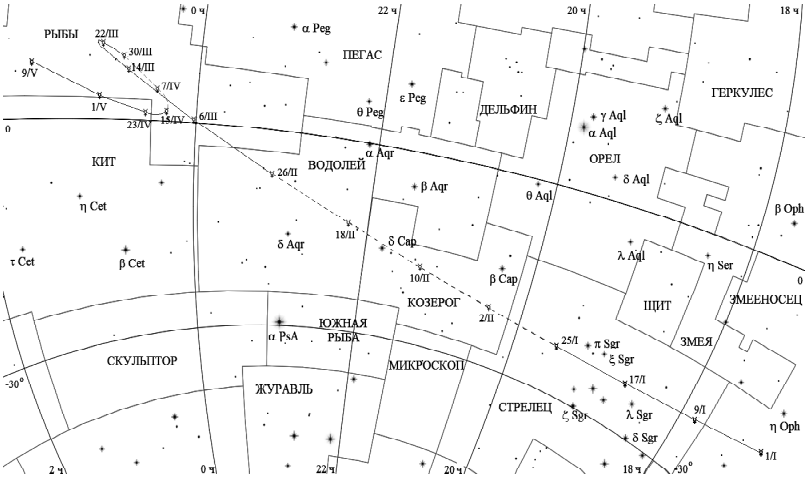
Уран (движется по созвездиям Рыб и Овна) и Нептун (созвездие Водолея) являются осенними планетами, т.к. вступают в противостояние с Солнцем, соответственно, 24 октября и 7 сентября.

МЕРКУРИЙ

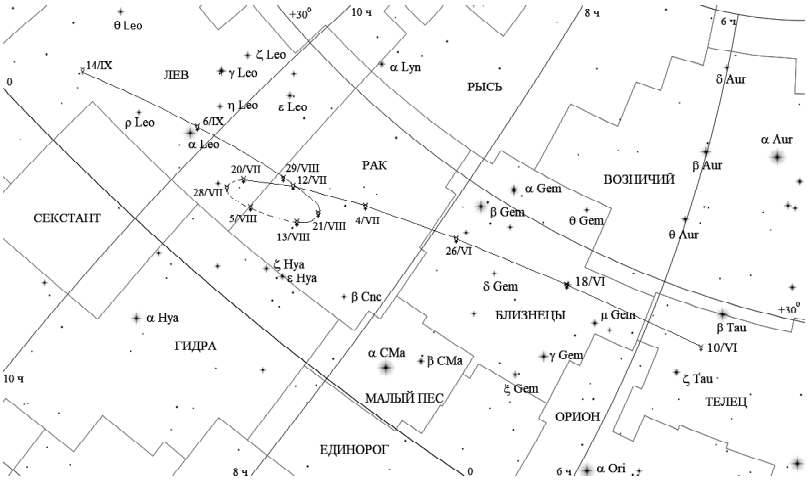
Дата 2018	Для Одессы $t_{вз}$ ч м	$t_к$ ч м	A °	τ ч м	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′	d ″	Фаза	Блеск m
Утренняя видимость									
01.01	5 54	10 23	59	1 08	17 08 04	-20 52.5	6.7	0.62	-0.3
05.01	6 01	10 25	58	1 01	17 26 29	-21 47.0	6.2	0.71	-0.3
09.01	6 10	10 31	57	0 50	17 47 30	-22 33.6	5.8	0.77	-0.3
13.01	6 21	10 38	56	0 39	18 10 31	-23 07.9	5.5	0.82	-0.3
17.01	6 31	10 47	55	0 27	18 34 55	-23 26.2	5.3	0.86	-0.3
21.01	6 41	10 56	55	0 14	19 00 18	-23 26.2	5.1	0.89	-0.3
25.01	6 49	11 07	56	0 2	19 26 24	-23 06.2	5.0	0.92	-0.4
Вечерняя видимость									
26.02	18 16	12 40	81	0 4	23 05 12	-07 14.7	5.1	0.97	-1.4
02.03	18 42	12 51	86	0 25	23 32 14	-03 45.3	5.4	0.91	-1.3
06.03	19 06	13 01	91	0 44	23 57 56	-00 10.7	5.7	0.82	-1.1
10.03	19 27	13 08	96	0 59	0 20 58	+03 14.5	6.3	0.68	-0.9
14.03	19 41	13 10	100	1 07	0 39 35	+06 11.9	7.0	0.52	-0.6
18.03	19 45	13 06	103	1 06	0 52 02	+08 23.2	7.9	0.35	0.1
22.03	19 38	12 54	105	0 53	0 57 09	+09 33.9	8.9	0.19	1.1
26.03	20 18	13 35	105	0 27	0 54 55	+09 36.1	10.0	0.08	2.7
Утренняя видимость									
13.04	5 38	11 49	93	0 1	0 18 28	+02 01.2	10.7	0.14	2.1
17.04	5 28	11 35	92	0 4	0 19 29	+01 04.6	10.0	0.21	1.3
21.04	5 19	11 25	92	0 6	0 25 08	+00 49.2	9.4	0.29	0.9
25.04	5 11	11 20	92	0 5	0 34 42	+01 11.9	8.7	0.36	0.6
29.04	5 04	11 16	94	0 5	0 47 34	+02 07.8	8.1	0.43	0.4
03.05	4 58	11 16	96	0 4	1 03 12	+03 31.8	7.5	0.49	0.2
07.05	4 53	11 19	98	0 3	1 21 15	+05 19.4	7.0	0.55	0.1
11.05	4 48	11 28	102	0 2	1 41 34	+07 26.6	6.6	0.62	-0.1
Вечерняя видимость									
12.06	21 34	13 30	129	0 1	5 52 15	+24 57.5	5.2	0.96	-1.6
16.06	21 55	13 51	129	0 20	6 28 57	+25 07.7	5.3	0.89	-1.1
20.06	22 09	14 09	128	0 32	7 03 12	+24 38.0	5.6	0.81	-0.8
24.06	22 17	14 24	126	0 41	7 34 25	+23 35.9	5.9	0.74	-0.5
28.06	22 20	14 36	123	0 44	8 02 20	+22 09.6	6.2	0.66	-0.3
02.07	22 19	14 44	121	0 44	8 26 54	+20 26.6	6.6	0.59	-0.1
06.07	22 14	14 49	118	0 41	8 48 07	+18 33.9	7.1	0.53	0.1
10.07	22 06	14 51	115	0 35	9 05 57	+16 37.7	7.6	0.46	0.3
14.07	21 55	14 49	112	0 27	9 20 14	+14 44.1	8.2	0.40	0.5
18.07	21 41	14 43	109	0 17	9 30 43	+12 59.5	8.8	0.33	0.7
22.07	21 24	14 33	107	0 4	9 36 58	+11 30.9	9.5	0.26	1.1
Утренняя видимость									
15.08	5 17	12 17	110	0 1	8 55 38	+13 22.6	10.1	0.06	3.3
19.08	4 52	11 59	112	0 32	8 52 52	+14 41.0	9.2	0.15	1.7
23.08	4 37	11 49	114	0 52	8 57 51	+15 34.0	8.2	0.28	0.5
27.08	4 34	11 47	114	1 01	9 10 52	+15 48.2	7.3	0.44	-0.3
31.08	4 41	11 52	113	0 59	9 30 53	+15 14.9	6.5	0.61	-0.7
04.09	4 57	12 01	111	0 49	9 56 00	+13 52.0	5.9	0.76	-1.0
08.09	5 19	12 14	108	0 32	10 23 53	+11 45.5	5.5	0.88	-1.2
12.09	5 44	12 26	104	0 12	10 52 34	+09 06.6	5.2	0.95	-1.4

Дата 2018	Для Одессы $t_{вз}$ ч м	$t_к$ ч м	A °	τ ч м	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′	d ″	Фаза	Блеск m
Вечерняя видимость									
23.10	18 32	13 56	61	0 1	15 04 38	-19 20.2	5.3	0.84	-0.2
27.10	18 29	14 03	59	0 5	15 26 39	-21 06.5	5.6	0.80	-0.2
31.10	17 27	13 08	56	0 9	15 47 58	-22 35.1	5.9	0.75	-0.2
04.11	17 25	13 12	55	0 11	16 08 00	-23 43.7	6.3	0.69	-0.3
08.11	17 23	13 14	54	0 14	16 25 44	-24 29.6	6.7	0.60	-0.3
12.11	17 18	13 11	53	0 15	16 39 32	-24 48.9	7.4	0.49	-0.2
16.11	17 10	13 02	54	0 11	16 46 53	-24 36.5	8.1	0.35	0.2
20.11	16 56	12 43	55	0 1	16 44 38	-23 44.4	9.0	0.19	1.1
Утренняя видимость									
30.11	6 39	11 17	63	0 1	15 59 33	-18 49.3	9.6	0.03	3.8
03.12	6 10	10 55	65	0 34	15 47 57	-17 34.6	9.1	0.13	1.7
07.12	5 47	10 35	66	1 01	15 42 35	-16 55.0	8.2	0.31	0.2
11.12	5 38	10 25	65	1 13	15 47 52	-17 16.9	7.4	0.48	-0.3
15.12	5 41	10 23	64	1 14	16 00 46	-18 16.5	6.7	0.62	-0.5
19.12	5 49	10 25	62	1 07	16 18 34	-19 32.2	6.1	0.72	-0.5
23.12	6 01	10 31	60	0 58	16 39 31	-20 49.7	5.7	0.79	-0.4
27.12	6 15	10 38	58	0 46	17 02 32	-22 00.2	5.4	0.85	-0.4
31.12	6 29	10 47	56	0 33	17 27 00	-22 58.1	5.2	0.89	-0.4

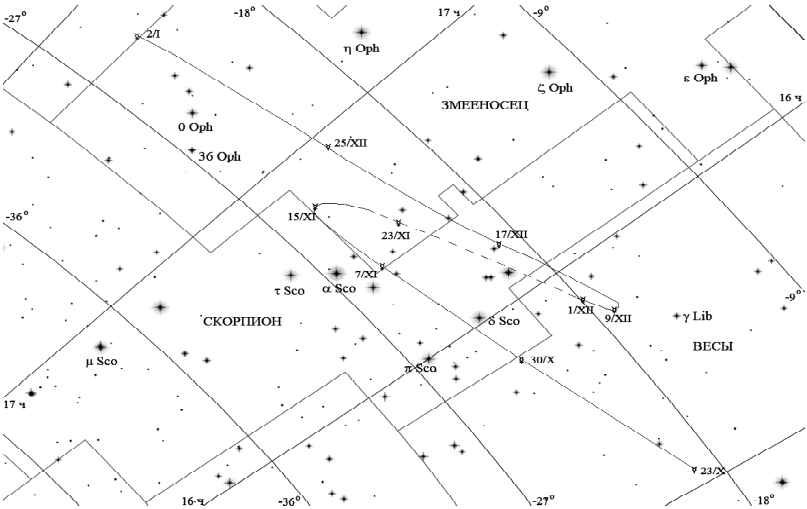
Верхнее соединение: 17.02, 06.06, 21.09.
Нижнее соединение: 01.04, 09.08, 27.11.
Наибольшая западная элонгация: 01.01 (23°), 29.04 (27°), 26.08 (18°), 15.12 (21°).
Наибольшая восточная элонгация: 15.03 (18°), 12.07 (26°), 06.11 (23°).



Видимый путь Меркурия в январе-мае 2018 года



Видимый путь Меркурия в июне-сентябре 2018 года

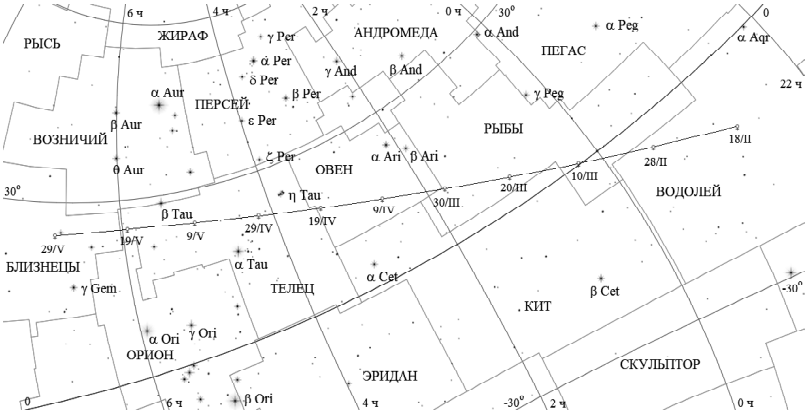


Видимый путь Меркурия в октябре-декабре 2018 года

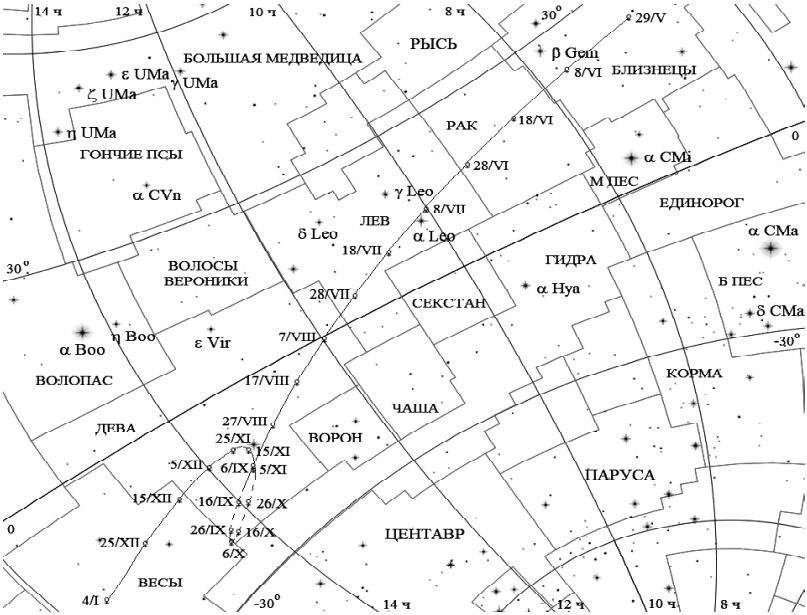
ВЕНЕРА

Дата 2018	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м	$t_з$ ч м	A °	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′	d ″	Фаза	Блеск m
01.01	7 37	11 52	16 07	55	18 37 57	-23 37.9	9.8	1.00	-4.0
09.01	7 45	12 04	16 23	56	19 21 01	-22 53.8	9.8	1.00	-4.0
17.01	7 49	12 16	16 43	59	20 04 01	-21 24.9	9.8	1.00	-4.0
25.01	7 48	12 26	17 05	62	20 45 55	-19 15.1	9.9	1.00	-3.9
02.02	7 43	12 35	17 27	67	21 26 31	-16 29.7	9.9	1.00	-3.9
10.02	7 36	12 43	17 50	72	22 05 48	-13 14.8	9.9	0.99	-3.9
18.02	7 26	12 49	18 13	77	22 43 54	-9 37.2	10.0	0.99	-3.9
26.02	7 15	12 55	18 35	83	23 21 03	-5 43.4	10.1	0.98	-3.9
06.03	7 03	13 00	18 58	89	23 57 33	-1 39.9	10.2	0.97	-3.9
14.03	6 50	13 04	19 20	95	00 33 47	+2 26.9	10.3	0.97	-3.9
22.03	6 38	13 09	19 42	101	01 10 06	+6 30.9	10.4	0.96	-3.9
30.03	7 26	14 14	21 04	106	01 46 50	+10 25.6	10.6	0.95	-3.9
07.04	7 15	14 20	21 27	112	02 24 17	+14 04.7	10.8	0.93	-3.9
15.04	7 06	14 27	21 50	117	03 02 43	+17 21.9	11.0	0.92	-3.9
23.04	7 00	14 35	22 12	121	03 42 17	+20 10.9	11.3	0.90	-3.9
01.05	6 57	14 44	22 33	125	04 22 55	+22 25.7	11.6	0.89	-3.9
09.05	6 58	14 55	22 52	127	05 04 28	+24 01.2	11.9	0.87	-3.9
17.05	7 03	15 05	23 07	129	05 46 35	+24 53.5	12.3	0.85	-3.9
25.05	7 13	15 16	23 18	129	06 28 46	+25 00.6	12.8	0.82	-3.9
02.06	7 28	15 26	23 24	127	07 10 28	+24 22.5	13.3	0.80	-3.9
10.06	7 45	15 35	23 25	125	07 51 10	+23 01.4	13.9	0.77	-4.0
18.06	8 03	15 43	23 21	122	08 30 31	+21 01.1	14.6	0.75	-4.0
26.06	8 23	15 49	23 13	118	09 08 13	+18 26.8	15.3	0.72	-4.0
04.07	8 42	15 53	23 03	113	09 44 11	+15 24.4	16.2	0.69	-4.1
12.07	9 01	15 56	22 42	108	10 18 27	+11 59.8	17.2	0.66	-4.1
20.07	9 18	15 57	22 34	102	10 51 08	+8 19.0	18.4	0.62	-4.2
28.07	9 35	15 56	22 17	97	11 22 19	+4 28.1	19.8	0.59	-4.3
05.08	9 50	15 54	21 58	91	11 52 07	+0 32.5	21.4	0.55	-4.3
13.08	10 03	15 51	21 39	85	12 20 37	-3 22.5	23.3	0.51	-4.4
21.08	10 15	15 47	21 18	80	12 47 43	-7 11.5	25.5	0.47	-4.5
29.08	10 24	15 41	20 56	74	13 13 09	-10 49.1	28.2	0.42	-4.6
06.09	10 31	15 32	20 32	69	13 36 26	-14 09.4	31.5	0.37	-4.7
14.09	10 34	15 21	20 07	65	13 56 42	-17 06.5	35.5	0.31	-4.7
22.09	10 30	15 05	19 39	61	14 12 35	-19 32.4	40.2	0.25	-4.8
30.09	10 16	14 42	19 08	59	14 22 11	-21 15.3	45.9	0.18	-4.8
08.10	9 49	14 12	18 34	58	14 23 30	-21 59.7	52.0	0.11	-4.7
16.10	9 06	13 32	17 57	59	14 15 30	-21 25.4	57.8	0.04	-4.4
24.10	8 09	12 45	17 21	62	14 00 12	-19 21.6	61.4	0.01	-4.3
01.11	6 06	10 57	15 49	67	13 43 47	-16 14.6	61.1	0.01	-4.2
09.11	5 10	10 16	15 22	72	13 33 11	-13 07.5	57.2	0.06	-4.5
17.11	4 27	9 43	14 59	75	13 31 49	-10 54.5	51.3	0.13	-4.8
25.11	3 59	9 20	14 40	76	13 39 30	-9 54.2	45.2	0.20	-4.9
03.12	3 43	9 04	14 24	76	13 54 37	-10 00.0	39.8	0.27	-4.9
11.12	3 37	8 53	14 09	75	14 15 22	-10 55.3	35.1	0.34	-4.8
19.12	3 37	8 47	13 56	72	14 40 24	-12 23.2	31.3	0.39	-4.8
27.12	3 42	8 44	13 45	70	15 08 48	-14 09.1	28.2	0.45	-4.7
35.12	3 50	8 43	13 36	67	15 40 02	-16 00.5	25.6	0.49	-4.6

09.01 верхнее соединение
17.08 (46°) наибольшая восточная элонгация
26.10 нижнее соединение



Видимый путь Венеры в феврале-мае 2018 года

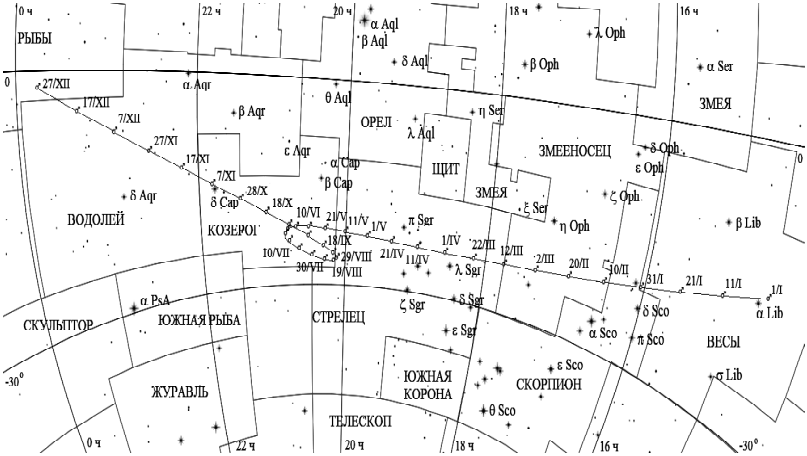


Видимый путь Венеры в мае-декабре 2018 года

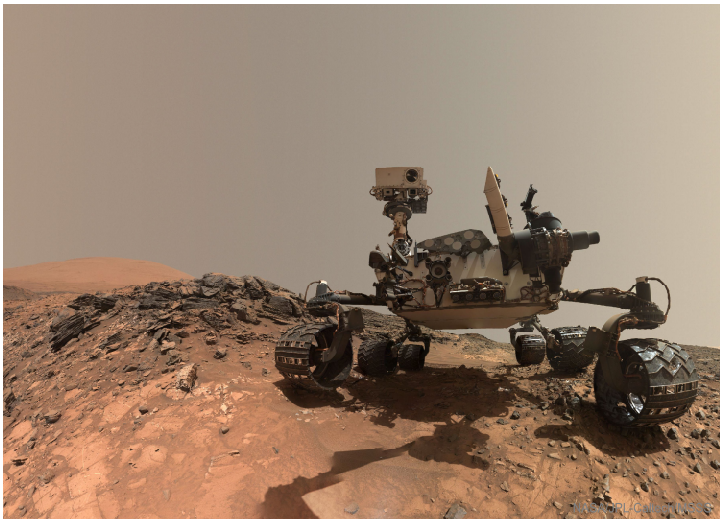
МАРС

Дата 2018	Для Одессы				В 0ч всемирного времени				
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	A	α	δ	d	Фаза	Блеск
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′	″		m
01.01	3 05	8 02	12 58	68	14 47 58	-15 13.9	4.8	0.93	1.5
09.01	3 00	7 50	12 39	66	15 07 46	-16 41.8	5.0	0.93	1.4
17.01	2 55	7 38	12 21	64	15 27 48	-18 02.4	5.2	0.92	1.3
25.01	2 50	7 27	12 04	62	15 48 01	-19 15.0	5.4	0.92	1.3
02.02	2 44	7 16	11 48	60	16 08 24	-20 19.0	5.6	0.91	1.2
10.02	2 38	7 05	11 32	59	16 28 54	-21 14.1	5.9	0.90	1.1
18.02	2 31	6 54	11 17	58	16 49 28	-22 00.0	6.2	0.90	1.0
26.02	2 23	6 43	11 03	57	17 10 00	-22 36.5	6.5	0.89	0.9
06.03	2 15	6 32	10 49	56	17 30 28	-23 03.7	6.9	0.89	0.7
14.03	2 05	6 21	10 36	56	17 50 45	-23 21.9	7.3	0.89	0.6
22.03	1 55	6 09	10 24	55	18 10 44	-23 31.4	7.8	0.88	0.5
30.03	2 43	6 57	11 12	55	18 30 19	-23 32.9	8.3	0.88	0.3
07.04	2 30	6 45	11 00	55	18 49 24	-23 27.4	8.9	0.88	0.2
15.04	2 16	6 32	10 48	56	19 07 50	-23 16.0	9.5	0.88	0.0
23.04	2 00	6 18	10 35	56	19 26 28	-23 00.2	10.3	0.88	-0.2
01.05	1 44	6 03	10 22	57	19 42 09	-22 41.5	11.1	0.88	-0.4
09.05	1 26	5 47	10 08	57	19 57 42	-22 22.1	12.0	0.89	-0.6
17.05	1 07	5 30	9 52	58	20 11 54	-22 04.1	13.0	0.89	-0.8
25.05	0 47	5 11	9 34	58	20 24 27	-21 50.0	14.2	0.90	-1.0
02.06	0 26	4 50	9 14	58	20 35 07	-21 42.6	15.5	0.91	-1.2
10.06	0 03	4 27	8 51	58	20 43 31	-21 44.4	16.9	0.93	-1.5
18.06	23 38	4 01	8 23	58	20 49 13	-21 58.0	18.4	0.94	-1.7
26.06	23 12	3 32	7 52	57	20 51 53	-22 24.6	19.9	0.96	-2.0
04.07	22 43	3 00	7 16	56	20 51 16	-23 03.9	21.4	0.97	-2.2
12.07	22 12	2 25	6 36	55	20 47 19	-23 53.1	22.8	0.99	-2.5
20.07	21 39	1 46	5 53	53	20 40 27	-24 46.0	23.8	1.00	-2.7
28.07	21 04	1 06	5 08	52	20 31 45	-25 34.3	24.4	1.00	-2.8
05.08	20 27	0 26	4 24	51	20 22 43	-26 10.0	24.2	0.99	-2.7
13.08	19 45	23 42	3 39	50	20 14 55	-26 28.1	23.6	0.98	-2.6
21.08	19 08	23 06	3 03	50	20 09 49	-26 27.0	22.6	0.97	-2.4
29.08	18 34	22 33	2 32	51	20 08 15	-26 08.2	21.4	0.95	-2.2
06.09	18 01	22 04	2 07	52	20 10 20	-25 34.4	20.0	0.93	-2.0
14.09	17 31	21 38	1 46	53	20 15 56	-24 47.8	18.6	0.91	-1.8
22.09	17 03	21 16	1 29	55	20 24 38	-23 49.9	17.2	0.90	-1.5
30.09	16 35	20 56	1 16	57	20 35 52	-22 41.9	15.9	0.89	-1.3
08.10	16 11	20 38	1 05	59	20 49 09	-21 24.3	14.8	0.88	-1.1
16.10	15 47	20 21	0 56	61	21 04 04	-19 57.3	13.7	0.87	-1.0
24.10	15 24	20 06	0 48	64	21 20 17	-18 21.4	12.8	0.86	-0.8
01.11	14 01	18 52	23 43	66	21 37 18	-16 37.2	11.9	0.86	-0.6
09.11	13 39	18 38	23 38	69	21 55 01	-14 45.3	11.1	0.86	-0.4
17.11	13 16	18 25	23 33	72	22 13 16	-12 46.5	10.4	0.86	-0.3
25.11	12 54	18 12	23 30	75	22 31 51	-10 41.7	9.7	0.86	-0.1
03.12	12 32	17 59	23 27	79	22 50 40	-8 32.1	9.1	0.86	0.0
11.12	12 10	17 47	23 24	82	23 09 40	-6 18.5	8.6	0.86	0.1
19.12	11 48	17 34	23 21	85	23 28 51	-4 02.2	8.1	0.87	0.3
27.12	11 26	17 22	23 19	88	23 49 08	-1 44.3	7.7	0.87	0.4
35.12	11 04	17 10	23 16	92	0 07 33	+0 34.0	7.3	0.88	0.5

24.03 квадратура
27.07 противостояние
03.12 квадратура



Видимый путь Марса в 2018 году

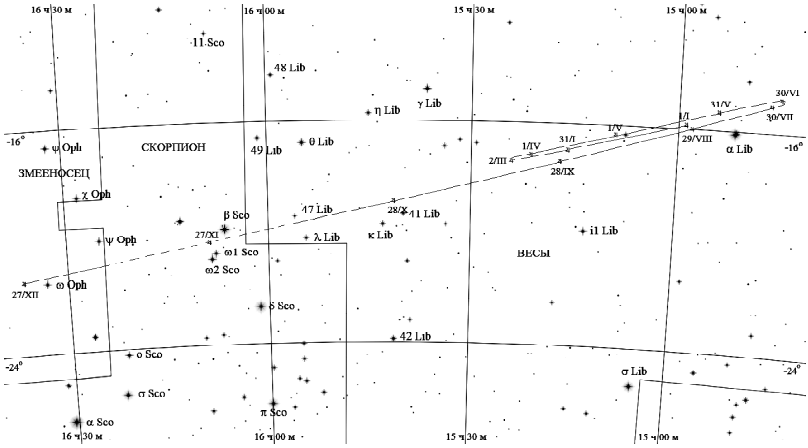


А вы когда-нибудь делали селфи на Марсе? Это удалось сделать марсоходу “Кьюриосити”. Этот автопортрет смонтирован из множества изображений, поэтому на нем не виден механический манипулятор, на котором закреплена камера (хотя его тень видна!). Это изображение было получено в середине 2015 года. Кьюриосити продолжает исследовать слои осадочных пород, обнаруженные на хребте Веры Рубин, чтобы лучше понять геологическую историю Марса (NASA, JPL-Caltech, MSSS).

ЮПИТЕР

Дата 2018	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м	$t_з$ ч м	A °	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′	d ″	Блеск m
01.01	03 19	08 12	13 05	67	14 59 09	-15 53.3	33.1	-1.7
17.01	02 29	07 19	12 09	66	15 09 05	-16 32.6	34.4	-1.7
02.02	01 37	06 24	11 12	65	15 16 57	-17 01.5	35.9	-1.8
18.02	00 40	05 26	10 13	65	15 22 14	-17 19.0	37.7	-1.9
06.03	23 40	04 26	09 12	65	15 24 31	-17 25.0	39.6	-2.0
22.03	22 36	03 22	08 08	65	15 23 35	-17 19.1	41.5	-2.2
07.04	22 28	03 15	08 03	65	15 19 32	-17 02.1	43.1	-2.3
23.04	21 12	02 01	06 51	66	15 13 00	-16 35.9	44.3	-2.3
09.05	20 03	00 55	05 47	67	15 05 04	-16 04.4	44.8	-2.4
25.05	18 45	23 40	04 34	68	14 57 06	-15 32.8	44.4	-2.3
10.06	17 34	22 30	03 27	68	14 50 30	-15 07.2	43.4	-2.3
26.06	16 26	21 23	02 21	69	14 52 05	-14 52.1	41.9	-2.2
12.07	15 21	20 19	01 17	69	14 44 54	-14 50.3	40.1	-2.1
28.07	14 21	19 18	00 15	68	14 46 34	-15 02.2	38.3	-2.0
13.08	13 25	18 20	23 15	68	14 51 07	-15 26.6	38.3	-2.0
29.08	12 32	17 24	22 16	67	14 58 14	-16 01.2	35.0	-1.8
14.09	11 41	16 30	21 19	66	15 07 34	-16 43.2	33.7	-1.7
30.09	10 53	15 39	20 24	65	15 18 45	-17 30.0	32.6	-1.7
16.10	10 07	14 48	19 30	63	15 31 24	-18 18.8	31.8	-1.6
01.11	08 22	12 59	17 37	62	15 45 10	-19 07.1	31.3	-1.6
17.11	07 37	12 11	16 44	61	15 59 42	-19 52.8	31.1	-1.6
03.12	06 53	11 23	15 53	60	16 14 38	-20 34.2	31.1	-1.6
19.12	06 08	10 35	15 02	59	16 29 34	-21 10.0	31.4	-1.6
35.12	05 22	09 46	14 11	58	16 44 05	-21 39.5	31.9	-1.6

11.02 квадратура
09.05 противостояние
07.08 квадратура
26.11 соединение

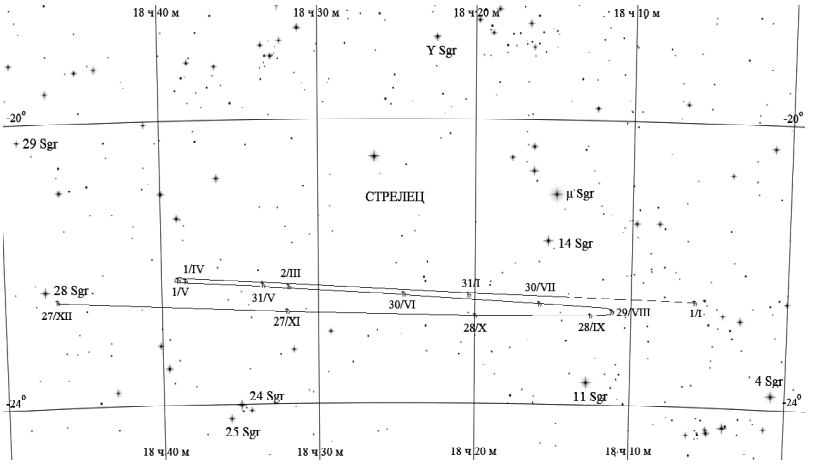


Видимый путь Юпитера в 2018 году

САТУРН

Дата 2018	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м	$t_з$ ч м	A °	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′	d ″	Блеск m
01.01	06 59	11 19	15 38	57	18 06 04	-22 32.0	15.1	0.5
17.01	06 04	10 24	14 43	57	18 14 00	-22 30.8	15.2	0.5
02.02	05 08	09 28	13 48	57	18 21 24	-22 28.0	15.4	0.6
18.02	04 11	08 32	12 52	57	18 24 18	-22 24.3	15.7	0.6
06.03	03 13	07 34	11 55	57	18 33 11	-22 20.4	16.0	0.6
22.03	02 14	06 35	10 56	57	18 37 00	-22 17.0	16.4	0.5
07.04	02 13	06 34	10 55	57	18 39 08	-22 14.8	16.9	0.5
23.04	01 10	05 32	09 53	57	18 39 29	-22 14.3	17.3	0.4
09.05	00 06	04 27	08 48	57	18 38 03	-22 15.6	17.7	0.3
25.05	23 01	03 21	07 42	57	18 35 02	-22 18.5	18.1	0.2
10.06	21 54	02 14	06 34	57	18 30 47	-22 22.5	18.3	0.1
26.06	20 46	01 06	05 26	57	18 25 50	-22 26.9	18.4	0.0
12.07	19 35	23 54	04 14	57	18 20 49	-22 31.2	18.4	0.1
28.07	18 28	22 47	03 06	57	18 16 23	-22 35.1	18.2	0.2
13.08	17 22	21 41	02 00	57	18 13 04	-22 38.4	17.8	0.3
29.08	16 17	20 36	00 55	57	18 11 17	-22 41.2	17.4	0.4
14.09	15 15	19 33	23 52	57	18 11 14	-22 43.6	17.4	0.4
30.09	14 14	18 32	22 51	57	18 13 00	-22 45.4	16.5	0.5
16.10	13 15	17 33	21 51	57	18 16 28	-22 46.3	16.1	0.5
01.11	11 17	15 35	19 53	57	18 21 27	-22 46.0	15.8	0.6
17.11	10 20	14 38	18 57	57	18 27 42	-22 44.1	15.5	0.6
03.12	09 24	13 42	18 01	57	18 34 54	-22 40.3	15.3	0.5
19.12	08 28	12 47	17 07	57	18 42 45	-22 34.3	15.1	0.5
35.12	07 32	11 52	16 13	57	18 50 52	-22 26.4	15.1	0.5

29.03 квадратура
27.06 противостояние
26.09 квадратура

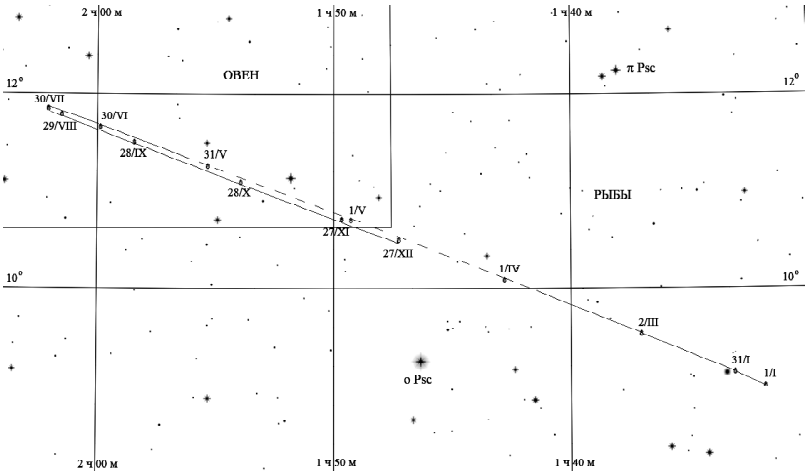


Видимый путь Сатурна в 2018 году

УРАН

Дата 2018	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м	$t_з$ ч м	A °	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′	d ″	Блеск m
01.01	12 03	18 43	01 24	104	01 31 53	+08 59.5	3.5	5.8
17.01	11 00	17 41	00 22	104	01 32 13	+09 01.9	3.4	5.8
02.02	09 57	16 39	23 20	104	01 33 22	+09 09.2	3.4	5.8
18.02	08 56	15 38	22 20	104	01 35 16	+09 20.7	3.4	5.9
06.03	07 54	14 37	21 21	105	01 37 48	+09 35.8	3.3	5.9
22.03	06 53	13 38	20 22	105	01 40 49	+09 53.4	3.3	5.9
07.04	06 52	13 38	20 24	106	01 44 09	+10 12.6	3.3	5.9
23.04	05 51	12 39	19 26	106	01 47 37	+10 32.3	3.3	5.9
09.05	04 50	11 39	18 28	107	01 51 03	+10 51.4	3.3	5.9
25.05	03 49	10 39	17 30	107	01 54 17	+11 09.1	3.3	5.9
10.06	02 48	09 39	16 31	107	01 57 08	+11 24.5	3.3	5.9
26.06	01 46	08 39	15 31	108	01 59 27	+11 36.8	3.4	5.9
12.07	00 44	07 37	14 30	108	02 01 08	+11 45.5	3.4	5.8
28.07	23 42	06 35	13 29	108	02 02 03	+11 50.1	3.5	5.8
13.08	22 39	05 33	12 26	108	02 02 12	+11 50.5	3.5	5.8
29.08	21 36	04 29	11 22	108	02 01 32	+11 46.6	3.6	5.7
14.09	20 32	03 25	10 17	108	02 00 09	+11 38.9	3.6	5.7
30.09	19 28	02 20	09 12	107	01 58 11	+11 28.1	3.6	5.7
16.10	18 24	01 15	08 05	107	01 55 49	+11 15.3	3.6	5.7
01.11	16 16	23 05	05 55	107	01 53 19	+11 01.7	3.6	5.7
17.11	15 11	22 00	04 49	106	01 50 58	+10 49.0	3.6	5.7
03.12	14 07	20 55	03 43	106	01 49 01	+10 38.5	3.6	5.7
19.12	13 04	19 51	02 38	106	01 47 40	+10 31.5	3.5	5.7
35.12	12 00	18 48	01 35	106	01 47 06	+10 28.9	3.5	5.8

14.01 квадратура
18.04 соединение
25.07 квадратура
24.10 противостояние

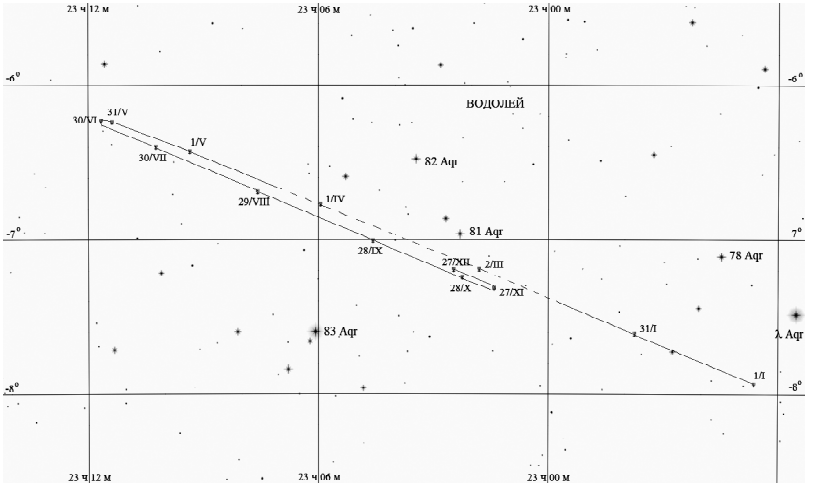


Видимый путь Урана в 2018 году

НЕПТУН

Дата 2018	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м	$t_з$ ч м	A °	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′	d ″	Блеск m
01.01	10 38	16 06	21 35	79	22 54 40	-07 56.3	2.3	7.9
17.01	09 36	15 05	20 34	79	22 56 11	-07 46.7	2.2	7.9
02.02	08 34	14 04	19 34	80	22 58 03	-07 35.0	2.2	8.0
18.02	07 32	13 03	18 34	80	23 00 11	-07 21.8	2.2	8.0
06.03	06 30	12 02	17 35	80	23 02 26	-07 07.9	2.2	8.0
22.03	05 29	11 02	16 35	81	23 04 40	-06 54.2	2.2	8.0
07.04	05 27	11 01	16 35	81	23 06 46	-06 41.5	2.2	8.0
23.04	04 25	10 00	15 35	81	23 08 37	-06 30.5	2.2	7.9
09.05	03 23	08 58	14 34	81	23 10 06	-06 21.7	2.3	7.9
25.05	02 21	07 57	13 33	81	23 11 09	-06 15.8	2.3	7.9
10.06	01 18	06 54	12 30	82	23 11 42	-06 13.0	2.3	7.9
26.06	00 15	05 51	11 27	82	23 11 45	-06 13.4	2.3	7.9
12.07	23 12	04 48	10 24	81	23 11 18	-06 17.0	2.3	7.9
28.07	22 09	03 44	09 20	81	23 10 23	-06 23.3	2.3	7.8
13.08	21 05	02 40	08 15	81	23 09 06	-06 31.8	2.4	7.8
29.08	20 02	01 36	07 10	81	23 07 35	-06 41.8	2.4	7.8
14.09	18 58	00 31	06 04	81	23 05 58	-06 52.0	2.4	7.8
30.09	17 50	23 23	04 55	80	23 04 24	-07 01.8	2.4	7.8
16.10	16 46	22 18	03 50	80	23 03 03	-07 10.1	2.3	7.8
01.11	14 43	20 15	01 46	80	23 02 03	-07 16.0	2.3	7.8
17.11	13 40	19 11	00 42	80	23 01 31	-07 18.9	2.3	7.9
03.12	12 37	18 08	23 40	80	23 01 30	-07 18.5	2.3	7.9
19.12	11 34	17 06	22 38	80	23 02 03	-07 14.8	2.3	7.9
35.12	10 32	16 04	21 36	80	23 03 06	-07 07.8	2.3	7.9

04.03 соединение
07.06 квадратура
07.09 противостояние
06.12 квадратура



Видимый путь Нептуна в 2018 году

ФИЗИЧЕСКИЕ ЭФЕМЕРИДЫ МАРСА, ЮПИТЕРА И САТУРНА

При наблюдениях поверхностей Марса, Юпитера и Сатурна определяются положения деталей на видимом диске небесного тела. Для определения положений этих деталей необходимо знать ориентацию данного тела и связанной с ним системы сферических координат по отношению к наблюдателю, то есть физическую эфемериду данного тела.

В физических эфемеридах Марса, Юпитера и Сатурна угол P положения оси вращения и планетоцентрическая широта B_0 имеют тот же смысл, что и для Солнца, но угол P отсчитывается, как и для Луны, против часовой стрелки, к востоку, от 0° до 360°.

Для Марса приведен угол Q положения точки наименьшей освещенности его видимого диска, который отсчитывается от северной точки диска планеты против часовой стрелки, к востоку, от 0° до 360°. Планетоцентрическая долгота L_0 центрального меридиана освещенной части видимого диска Марса отсчитывается от его начального (нулевого) меридиана в восточном направлении. Кроме того, для Марса даются моменты T по киевскому времени верхней кульминации Земли на его начальном меридиане, то есть моменты прохождения начального меридиана планеты через центр ее видимого диска. Если значение момента T превосходит 24ч, то это означает, что начальный меридиан Марса проходит через центр видимого диска не в указанную дату, а в следующие сутки.

Для Юпитера долгота центрального меридиана освещенной части его видимого диска приводится в двух системах: L_1 – в системе I для экваториальной зоны с более быстрым вращением и L_2 – во II системе для средних широт с менее быстрым вращением. Долготы L_1 и L_2 отсчитываются от начальных меридианов в восточном направлении.

Для Сатурна долгота L_1 центрального меридиана освещенной части его видимого диска приведена только в системе I, и отсчитывается от начального меридиана в восточном направлении. Приводится также раскрытие колец Сатурна, представляющее собой отношение видимых угловых размеров малой оси b к большой оси a внешнего кольца планеты: b/a. Раскрытие колец положительно, если северный полюс Сатурна обращен к Земле, и отрицательно, если северный полюс Сатурна с Земли не виден.

Значения долготы центрального меридиана освещенной части видимого диска Марса, Юпитера (I и II системы) и Сатурна (I система) приводятся с учетом поправки за фазу. Поскольку значения долгот L_0 для Марса даны через 4 суток, а значения долгот для Юпитера и Сатурна – через 8 суток, вычисление положений центральных меридианов этих планет на промежуточные даты производится с помощью таблицы средних приращений долготы (стр. 86).

МАРС

Дата 2018	В 0ч всемирного времени P °	B_o °	Q °	L_o °	T ч м
Январь					
1	38.5	+15.6	287.8	231.4	11 04
5	38.4	+14.7	287.0	192.8	13 44
9	38.3	+13.8	286.3	154.2	16 23
13	38.1	+12.8	285.4	115.6	19 02
17	37.9	+11.9	284.6	77.0	21 41
21	37.5	+10.9	283.7	38.4	24 20
25	37.1	+9.9	282.8	359.9	2 19
29	36.7	+8.9	281.9	321.4	4 58
Февраль					
2	36.1	+7.9	281.0	282.9	7 37
6	35.5	+6.9	280.0	244.4	10 15
10	34.8	+5.9	279.0	206.0	12 54
14	34.1	+4.9	278.0	167.5	15 32
18	33.3	+3.8	277.0	129.1	18 11
22	32.5	+2.8	276.0	90.7	20 49
26	31.6	+1.8	275.0	52.3	23 27
Март					
2	30.6	+0.8	274.0	13.9	1 26
6	29.7	-0.2	273.0	335.5	4 04
10	28.6	-1.2	271.9	297.1	6 42
14	27.6	-2.2	270.9	258.7	9 20
18	26.5	-3.1	269.9	220.4	11 58
22	25.3	-4.1	268.9	182.0	14 36
26	24.2	-5.0	268.0	143.6	18 14
30	23.0	-5.9	267.0	105.3	20 52
Апрель					
3	21.8	-6.8	266.1	67.0	23 30
7	20.6	-7.6	265.2	28.6	1 28
11	19.4	-8.4	264.3	350.3	4 06
15	18.2	-9.2	263.5	312.0	6 43
19	17.0	-9.9	262.7	273.7	9 21
23	15.8	-10.6	261.9	235.4	11 58
27	14.7	-11.3	261.2	197.2	14 35
Май					
1	13.5	-11.9	260.5	158.9	17 12
5	12.4	-12.5	259.9	120.7	19 49
9	11.2	-13.0	259.4	82.5	22 25
13	10.2	-13.5	258.9	44.4	0 22
17	9.1	-13.9	258.5	6.2	2 58
21	8.2	-14.2	258.1	328.2	5 34
25	7.2	-14.5	257.9	290.2	8 09
29	6.4	-14.8	257.7	252.2	10 44
Июнь					
2	5.6	-14.9	257.7	214.3	13 19
6	4.9	-15.0	257.7	176.6	15 52
10	4.3	-15.1	258.0	138.9	18 25
14	3.8	-15.0	258.3	101.3	20 58
18	3.4	-14.9	258.9	63.9	23 30
22	3.2	-14.8	259.7	26.6	1 23
26	3.0	-14.5	260.8	349.6	3 53
30	3.0	-14.2	262.3	312.7	6 23

Дата 2018	В 0ч всемирного времени P °	B_o °	Q °	L_o °	T ч м
Июль					
4	3.1	-13.9	264.4	276.0	8 51
8	3.3	-13.4	267.3	239.5	11 19
12	3.7	-13.0	271.6	203.2	13 46
16	4.2	-12.5	278.2	167.2	16 13
20	4.7	-12.0	290.0	131.4	18 39
24	5.4	-11.5	313.6	95.7	21 04
28	6.0	-11.0	354.2	60.2	23 30
Август					
1	6.7	-10.6	28.1	24.7	1 18
5	7.4	-10.2	45.4	349.1	3 44
9	8.0	-9.9	54.5	313.3	6 10
13	8.5	-9.6	60.1	277.3	8 36
17	9.0	-9.5	63.9	241.1	11 03
21	9.3	-9.5	66.6	204.7	13 30
25	9.5	-9.6	68.6	168.1	15 59
29	9.5	-9.7	70.1	131.2	18 28
Сентябрь					
2	9.5	-10.0	71.2	94.2	20 58
6	9.3	-10.4	72.1	56.9	23 29
10	8.9	-10.8	72.7	19.5	1 23
14	8.4	-11.3	73.1	341.8	3 56
18	7.9	-11.9	73.3	304.1	6 29
22	7.2	-12.5	73.4	266.1	9 03
26	6.4	-13.2	73.4	228.1	11 38
30	5.5	-14.0	73.3	189.9	14 13
Октябрь					
4	4.5	-14.7	73.1	151.6	16 49
8	3.4	-15.5	72.9	113.2	19 25
12	2.3	-16.3	72.6	74.7	22 02
16	1.1	-17.1	72.2	36.1	0 01
20	359.9	-17.9	71.8	357.4	2 39
24	358.6	-18.7	71.4	318.6	5 17
28	357.2	-19.4	71.0	279.8	6 56
Ноябрь					
1	355.8	-20.2	70.6	240.9	9 35
5	354.4	-20.9	70.2	201.9	12 15
9	352.9	-21.6	69.8	162.9	14 55
13	351.4	-22.3	69.4	123.9	17 35
17	349.9	-22.9	69.0	84.7	20 16
21	348.4	-23.5	68.6	45.6	22 56
25	346.9	-24.1	68.3	6.4	0 57
29	345.3	-24.5	68.0	327.1	3 39
Декабрь					
3	343.8	-25.0	67.7	287.9	6 20
7	342.2	-25.3	67.4	248.6	9 02
11	340.7	-25.7	67.2	209.3	11 44
15	339.2	-25.9	67.0	169.9	14 26
19	337.7	-26.1	66.9	130.6	17 08
23	336.3	-26.2	66.7	91.3	19 51
27	334.9	-26.3	66.7	51.9	22 33
31	333.5	-26.2	66.6	12.6	0 35

ЮПИТЕР

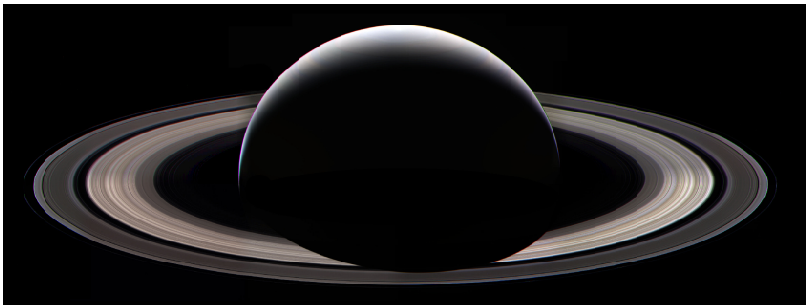
Дата 2018	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_1	L_2	Дата 2018	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_1	L_2	Дата 2018	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_1	L_2
Январь					Май					Сентябрь				
1	17.2	-3.1	223.0	76.1	1	16.4	-3.4	96.1	113.5	6	16.9	-2.9	141.7	262.5
9	16.8	-3.2	45.5	197.5	9	16.7	-3.4	280.4	236.7	14	16.5	-2.9	323.2	22.9
17	16.4	-3.2	228.2	319.1	17	17.1	-3.3	104.6	359.9	22	16.0	-2.9	144.6	143.3
25	16.0	-3.2	51.0	80.9	25	17.4	-3.3	288.6	122.8	30	15.5	-2.9	325.9	263.6
Февраль					Июнь					Октябрь				
2	15.7	-3.2	234.0	202.8	2	17.7	-3.3	112.4	245.6	8	15.0	-2.9	147.3	23.9
10	15.4	-3.3	57.1	324.9	10	17.9	-3.2	296.0	8.2	16	14.4	-2.9	328.6	144.1
18	15.2	-3.3	240.4	87.2	18	18.1	-3.2	119.4	130.5	24	13.8	-2.9	149.9	264.4
26	15.1	-3.3	63.9	209.6	26	18.2	-3.1	302.5	252.6	Ноябрь				
Март					Июль					1	13.1	-2.9	331.2	24.7
6	15.0	-3.3	247.5	332.1	4	18.3	-3.1	125.4	14.4	9	12.4	-2.9	152.5	145.0
14	15.0	-3.4	71.2	94.9	12	18.3	-3.1	308.0	136.0	17	11.7	-2.9	333.8	265.3
22	15.1	-3.4	255.2	217.7	20	18.3	-3.0	130.5	257.5	25	11.0	-2.9	155.2	25.6
30	15.3	-3.4	79.2	340.7	28	18.2	-3.0	312.7	18.7	Декабрь				
Апрель					Август					3	10.3	-2.9	336.7	146.0
7	15.5	-3.4	263.3	103.8	5	18.1	-3.0	134.8	139.7	11	9.5	-2.9	158.2	266.5
15	15.7	-3.4	87.6	227.0	13	17.9	-3.0	316.7	260.6	19	8.8	-2.9	339.9	27.2
23	16.0	-3.4	271.8	350.2	21	17.6	-2.9	138.5	21.3	27	8.0	-2.9	161.6	147.9
					29	17.3	-2.9	320.1	141.9	35	7.3	-2.8	343.5	268.7

САТУРН

Дата 2018	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_1	b/a	Дата 2018	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_1	b/a	Дата 2018	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_1	b/a
Январь					Май					Сентябрь				
1	5.5	+26.5	221.5	+0.447	1	6.0	+25.5	16.7	+0.430	6	5.6	+26.6	93.0	+0.448
9	5.5	+26.4	135.0	+0.445	9	6.0	+25.5	291.8	+0.431	14	5.6	+26.6	6.7	+0.448
17	5.6	+26.3	48.6	+0.444	17	6.0	+25.6	207.0	+0.432	22	5.6	+26.6	280.3	+0.448
25	5.7	+26.2	322.4	+0.442	25	6.0	+25.6	122.2	+0.433	30	5.6	+26.6	193.8	+0.448
Февраль					Июнь					Октябрь				
2	5.7	+26.1	236.2	+0.440	2	5.9	+25.7	37.4	+0.434	8	5.6	+26.6	107.1	+0.447
10	5.8	+26.0	150.2	+0.439	10	5.9	+25.8	312.6	+0.435	16	5.7	+26.5	20.4	+0.447
18	5.9	+25.9	64.3	+0.437	18	5.9	+25.9	227.8	+0.437	24	5.7	+26.5	293.6	+0.446
26	5.9	+25.8	338.6	+0.435	26	5.8	+26.0	142.9	+0.438	Ноябрь				
Март					Июль					1	5.8	+26.4	206.8	+0.445
6	5.9	+25.7	253.0	+0.434	4	5.8	+26.1	57.9	+0.440	9	5.8	+26.3	120.0	+0.444
14	6.0	+25.6	167.5	+0.433	12	5.7	+26.2	332.8	+0.441	17	5.9	+26.2	33.1	+0.442
22	6.0	+25.6	82.1	+0.432	20	5.7	+26.3	247.6	+0.443	25	5.9	+26.1	306.2	+0.440
30	6.0	+25.5	356.8	+0.431	28	5.7	+26.4	162.2	+0.444	Декабрь				
Апрель					Август					3	6.0	+26.0	219.4	+0.439
7	6.0	+25.5	271.6	+0.430	5	5.6	+26.4	76.7	+0.445	11	6.0	+25.9	132.5	+0.436
15	6.0	+25.5	186.6	+0.430	13	5.6	+26.5	351.0	+0.446	19	6.1	+25.7	45.8	+0.434
23	6.0	+25.5	101.6	+0.430	21	5.6	+26.5	265.1	+0.447	27	6.1	+25.6	319.0	+0.431
					29	5.6	+26.6	179.1	+0.447	35	6.2	+25.4	232.4	+0.429

ТАБЛИЦА СРЕДНИХ ПРИРАЩЕНИЙ ДОЛГОТЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО МЕРИДИАНА МАРСА, ЮПИТЕРА (I и II системы) И САТУРНА (I система)

Интер-валы	Марс	Юпитер I	Юпитер II	Сатурн I	Интер-валы	Марс	Юпитер I	Юпитер II	Сатурн I
	o	o	o	o		o	o	o	o
Сутки					Часы				
1	350.9	157.9	150.3	124.3	1	14.6	36.6	36.3	35.2
2	341.8	315.8	300.5	248.6	2	29.2	73.2	72.5	70.4
3	332.7	113.7	90.8	12.9	3	43.9	109.7	108.8	105.5
4	323.6	271.6	241.0	137.2	4	58.5	146.3	145.1	140.7
5	314.4	69.5	31.3	261.5	5	73.1	182.9	181.3	175.9
6	305.3	227.4	181.6	25.8	6	87.7	219.5	217.6	211.1
7	296.2	25.3	331.8	150.1	7	102.3	256.1	253.8	246.3
8	287.1	183.2	122.1	274.4	8	117.0	292.6	290.1	281.4
Минуты					9	131.6	329.2	326.4	316.6
1	0.2	0.6	0.6	0.6	10	146.2	5.8	2.6	351.8
2	0.5	1.2	1.2	1.2	11	160.8	42.4	38.9	27.0
3	0.7	1.8	1.8	1.8	12	175.4	79.0	75.1	62.1
4	1.0	2.4	2.4	2.3	13	190.1	115.5	111.4	97.3
5	1.2	3.0	3.0	2.9	14	204.7	152.1	147.7	132.5
6	1.5	3.7	3.6	3.5	15	219.3	188.7	183.9	167.7
7	1.7	4.3	4.2	4.1	16	233.9	225.3	220.2	202.9
8	1.9	4.9	4.8	4.7	17	248.5	261.9	256.4	238.0
9	2.2	5.5	5.4	5.3	18	263.2	298.4	292.7	273.2
10	2.4	6.1	6.0	5.9	19	277.8	335.0	329.0	308.4
20	4.9	12.2	12.1	11.7	20	292.4	11.6	5.2	343.6
30	7.3	18.3	18.1	17.6	21	307.0	48.2	41.5	18.8
40	9.7	24.4	24.2	23.5	22	321.6	84.8	77.7	53.9
50	12.2	30.5	30.2	29.3	23	336.3	121.3	114.0	89.1
60	14.6	36.6	36.3	35.2	24	350.9	157.9	150.3	124.3



Как “Кассини” попрощался с Сатурном? За три дня до того, как автоматический космический аппарат “Кассини” нырнул в атмосферу Сатурна на его дневной стороне, он пролетел далеко позади ночной стороны Сатурна с включенными камерами. Тридцать шесть из полученных кадров были сложены в последний портрет, на котором целиком видны кольца планеты, вокруг которой обращался “Кассини” последние 13 лет. Солнце находится за верхним краем картинки, поэтому Сатурн отбрасывает темную тень на огромные кольца. Изображение этой тени невозможно получить с Земли, и никто не увидит ее до тех пор, пока еще один запущенный с Земли космический корабль не посетит окруженный кольцами гигант. (NASA, JPL-Caltech, MSSS. Пер. Д.Ю.Цветков).

СПУТНИКИ БОЛЬШИХ ПЛАНЕТ

В Солнечной системе естественные спутники имеют следующие планеты: Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Планеты Меркурий и Венера спутников не имеют.

В настоящее время известно 175 спутника планет. Из них только 147 имеют собственные названия. Остальным спутникам присвоены временные обозначения. Основные справочные данные по 173 спутникам с известными орбитами приведены в таблице сведений о спутниках планет, составленной по состоянию на конец 2017 года. В таблицу не включены сведения о спутниках Сатурна S/2004 S3, S/2004 S4 и S/2004 S6, которые после их открытия больше не наблюдались и, возможно, являются временными образованиями, а также о спутнике Сатурна S/2009 S1 и спутнике Нептуна S/2004 N1, орбиты которых еще не были уточнены к моменту составления таблицы.

Кроме Луны, для любительских наблюдений могут быть доступны только некоторые из спутников Юпитера и Сатурна. Все другие спутники очень слабые и могут наблюдаться только в самые крупные телескопы.

Сведения о спутниках планет

Название спутника	Расстояние от планеты (в экваториальных радиусах планеты)	Расстояние от планеты (в тыс. км)	Сидерический период обращения (в сутках)	Диаметр (в км)	Блеск в среднем противостоянии *m*
1	2	3	4	5	6
		Земля			
1 Луна	60.27	384.4	27.322	3474	-12.7
		Марс			
1 Фобос	2.76	9.4	0.319	27	+11.4
2 Деймос	6.91	23.5	1.262	15	+12.5
		Юпитер			
1 Ио	5.91	422	1.769	3630	+5.0
2 Европа	9.40	671	3.551	3138	+5.3
3 Ганимед	14.99	1070	7.155	5262	+4.6
4 Каллисто	26.37	1883	16.689	4806	+5.7
5 Амальтея	2.54	181	0.498	250	+14.1
6 Гималия	160.5	11460	250.6	170	+14.6
7 Элара	164.4	11740	259.6	80	+16.3
8 Пасифе	330.8	23620	743.6	36	+17.0
9 Синопе	335.3	23940	758.9	28	+18.3
10 Лиситея	164.2	11720	259.2	24	+18.4
11 Карме	327.7	23400	734.2	30	+18.0
12 Ананке	298.0	21280	629.8	20	+18.9
13 Леда	156.3	11160	240.9	10	+20.2
14 Теба	3.11	222	0.675	116	+15.7
15 Адрастея	1.81	129	0.298	20	+19.1
16 Метида	1.79	128	0.295	60	+17.5
17 Каллирое	329.1	23498	735.9	10	+20.7
18 Фемисто	103.6	7398	130.0	8	+21.4
19 Мегаклите	328.6	23463	734.3	5	+21.7
20 Тайгете	313.0	22350	682.6	5	+21.9
21 Халдене	314.5	22452	687.3	4	+22.5
22 Гарпалике	291.8	20836	614.5	4	+22.2
23 Калике	316.9	22623	695.2	5	+21.8

1	2	3	4	5	6
24 Иокасте	286.1	20424	596.3	5	+21.8
25 Эриноме	337.0	24062	762.6	3	+22.8
26 Исоное	333.3	23795	749.9	4	+22.5
27 Праксидике	298.9	21342	637.0	7	+21.2
28 Автоное	333.0	23776	752.9	4	+22.0
29 Тионе	291.9	20841	614.7	4	+22.3
30 Гермиппе	298.7	21324	629.8	4	+22.1
31 Этне	327.8	23401	735.5	3	+22.7
32 Эвридоме	326.6	23317	713.1	3	+22.7
33 Эванте	294.1	20997	621.5	3	+22.8
34 Эвпорие	265.8	18978	534.1	2	+23.1
35 Ортозие	291.5	20816	616.7	2	+23.1
36 Спонде	329.4	23515	732.3	2	+23.0
37 Кале	290.1	20712	609.0	2	+23.0
38 Пазите	320.4	22877	715.3	2	+23.2
39 Гегемоне	343.3	24514	781.6	3	+22.8
40 Мнеме	291.3	20800	613.9	2	+23.3
41 Айоде	333.5	23808	748.8	4	+22.5
42 Тельксиное	298.3	21300	635.8	2	+23.5
43 Архе	321.2	22931	732.9	3	+22.8
44 Каллихоре	313.7	22395	683.0	2	+23.7
45 Гелике	293.8	20979	617.3	4	+22.6
46 Карпо	239.5	17100	456.5	3	+23.0
47 Эвкеладе	343.9	24557	781.6	4	+22.6
48 Киллене	336.1	24000	737.8	2	+23.2
49 Коре	350.1	25000	807.8	2	+23.6
50 Дия	169.7	12120	287.0	4	22.4
51 Герсе	308.1	22000	690.3	2	+23.4
52 S/2003 J2	400.2	28570	982.5	2	+23.2
53 S/2003 J3	256.9	18340	504.0	2	+23.4
54 S/2003 J4	325.8	23258	723.2	2	+23.0
55 S/2003 J5	337.3	24084	759.7	4	+22.4
56 S/2003 J9	314.3	22442	683.0	1	+23.7
57 S/2003 J10	339.6	24250	767.0	2	+23.6
58 S/2003 J12	266.1	19002	533.3	1	+23.9
59 S/2003 J15	308.1	22000	668.4	2	+23.5
60 S/2003 J16	294.1	21000	595.4	2	+23.3
61 S/2003 J18	289.9	20700	606.3	2	+23.4
62 S/2003 J19	319.3	22800	701.3	2	+23.7
63 S/2003 J23	336.1	24000	759.7	2	+23.6
64 S/2010 J1	325.7	23252	723.2	2	+23.3
65 S/2010 J2	283.7	20253	588.1	1	+23.9
66 S/2011 J1	281.8	20155	580.7	1	+23.6
67 S/2011 J2	326.8	23330	726.8	1	+23.6
68 S/2016 J1	289.2	20651	602.7	1	+24.0
69 S/2017 J1	329.8	23547	734.2	2	+23.8
		Сатурн			
1 Мимас	3.08	185.6	0.942	397	+12.8
2 Энцелад	3.95	238.1	1.370	500	+11.8
3 Тефия	4.89	294.7	1.888	1060	+10.2
4 Диона	6.26	377.4	2.737	1120	+10.4
5 Рея	8.75	527.1	4.518	1530	+9.6
6 Титан	20.27	1221.9	15.945	5150	+8.4
7 Гиперион	24.29	1464.1	21.277	410	+14.4
8 Япет	59.08	3560.8	79.331	1460	+11.0
9 Феба	214.8	12944.3	548.21	220	+16.4
10 Янус	2.51	151.5	0.695	178	+14.4
11 Эпиметей	2.51	151.4	0.694	120	+15.6
12 Елена	6.26	377.4	2.737	32	+18.4
13 Телесто	4.89	294.7	1.888	24	+18.5
14 Калипсо	4.89	294.7	1.888	19	+18.7
15 Атлас	2.28	137.7	0.602	32	+19.0
16 Прометей	2.31	139.4	0.613	100	+15.8

1	2	3	4	5	6
17 Пандора	2.35	141.7	0.629	84	+16.4
18 Пан	2.22	133.6	0.575	20	+19.4
19 Имир	383.8	23130.0	1315.33	16	+21.8
20 Палиак	252.2	15198.0	686.94	19	+21.4
21 Тарвос	302.6	18239.0	926.13	13	+22.3
22 Иджирак	189.9	11442.0	451.47	10	+22.7
23 Суттунг	323.0	19465.0	1016.51	6	+23.8
24 Кивиок	188.6	11365.0	449.22	14	+22.2
25 Мундилфари	310.6	18722.0	951.56	6	+24.0
26 Альбиорикс	272.0	16394.0	783.47	26	+20.9
27 Скади	259.5	15641.0	728.18	6	+23.7
28 Эррипо	292.1	17604.0	871.25	8	+23.2
29 Сиарнак	301.9	18195.0	895.55	32	+20.1
30 Трюм	335.5	20219.0	1091.76	6	+23.9
31 Нарви	310.6	18719.0	956.19	7	+23.8
32 Метона	3.22	194.0	1.01	3	+25.0
33 Паллена	3.50	211.0	1.14	4	+25.0
34 Полидевк	6.26	377.4	2.74	4	+25.0
35 Дафнис	2.26	136.5	0.594	7	+24.0
36 Эгир	344.0	20735.0	1116.5	6	+24.4
37 Бефинд	284.0	17119.0	834.8	6	+24.1
38 Бергельмир	320.9	19338.0	1005.9	6	+24.2
39 Бестла	334.0	20129.0	1083.6	7	+23.8
40 Фарбаути	338.3	20390.0	1086.1	5	+24.7
41 Фернир	372.6	22453.0	1260.3	4	+25.0
42 Форньот	416.6	25108.0	1490.9	6	+24.6
43 Хати	329.5	19856.0	1038.7	6	+24.4
44 Гироккин	305.9	18437.0	931.8	8	+23.5
45 Кари	367.0	22118.0	1233.6	7	+23.9
46 Логи	382.7	23065.0	1312.0	6	+24.6
47 Сколл	293.1	17665.0	878.3	6	+24.5
48 Сурт	376.8	22707.0	1297.7	6	+24.8
49 Анфа	3.28	197.7	1.037	1	+26.0
50 Ярнсакса	308.6	18600.0	942.0	6	+24.7
51 Грейп	300.4	18105.0	905.0	6	+24.4
52 Таркек	297.3	17920.0	895.0	7	+23.9
53 Эгеон	2.78	167.5	0.808	0.5	?
54 S/2004 S7	328.5	19800.0	1103.0	6	+24.5
55 S/2004 S12	326.0	19650.0	1048.0	5	+24.8
56 S/2004 S13	306.1	18450.0	905.85	6	+24.5
57 S/2004 S17	308.6	18600.0	986.0	4	+25.2
58 S/2006 S1	314.9	18981.1	970.0	6	+24.6
59 S/2006 S3	350.6	21132.0	1142.0	6	+24.6
60 S/2007 S2	274.8	16560.0	800.0	6	+24.4
61 S/2007 S3	340.5	20518.5	1100.0	5	+24.9
			Уран		
1 Ариэль	7.47	190.9	2.520	1158	+14.1
2 Умбриэль	10.41	266.0	4.144	1172	+14.8
3 Титания	17.07	436.3	8.706	1580	+13.8
4 Оберон	22.83	583.5	13.463	1524	+14.0
5 Миранда	5.08	129.9	1.414	480	+16.4
6 Корделия	1.90	49.8	0.336	26	+24.1
7 Офелия	2.05	53.8	0.377	30	+23.8
8 Бианка	2.26	59.1	0.435	42	+23.0
9 Крессида	2.36	61.8	0.464	62	+22.2
10 Дездемона	2.39	62.7	0.474	54	+22.5
11 Джульетта	2.45	64.3	0.494	84	+21.5
12 Порция	2.52	66.1	0.514	108	+21.0
13 Розалинда	2.67	69.9	0.559	54	+22.5
14 Белинда	2.87	75.2	0.624	66	+22.1
15 Пак	3.28	86.0	0.762	154	+20.3
16 Калибан	273.6	7168.9	579	60	+21.1
17 Сикоракса	466.2	12213.6	1289	120	+20.6

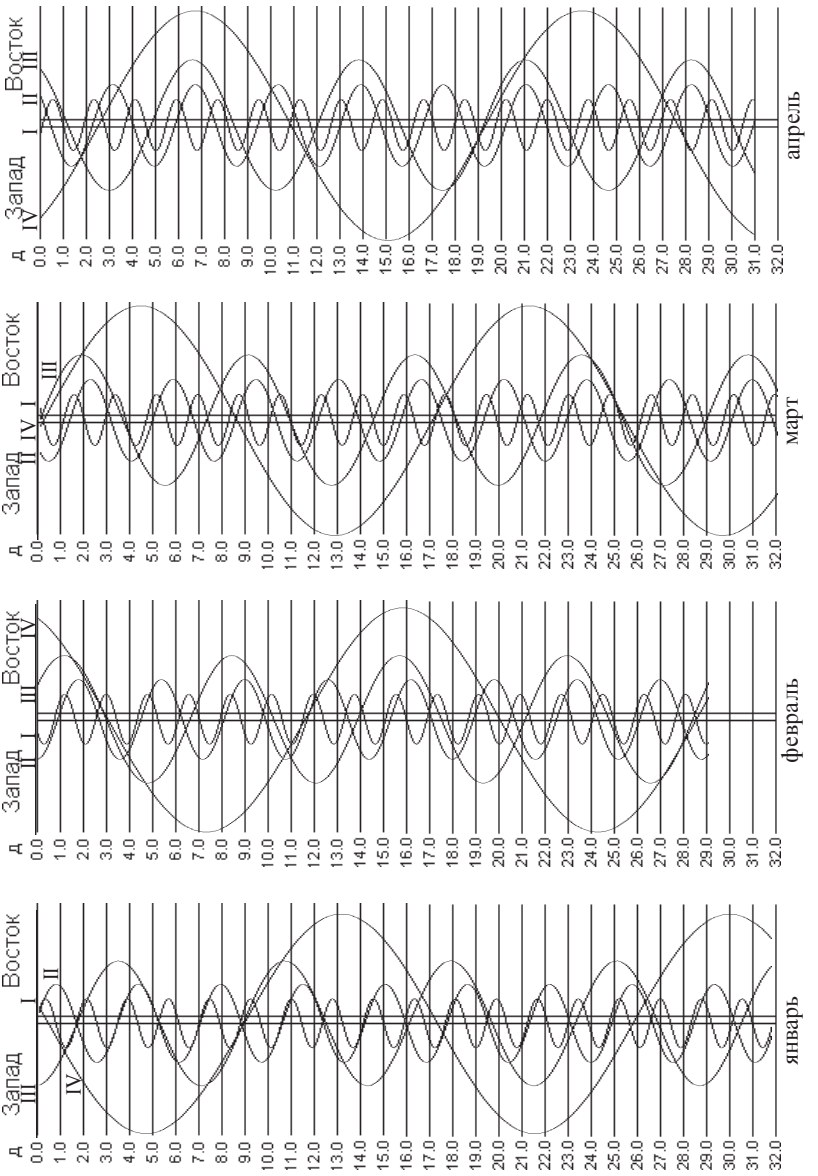
1	2	3	4	5	6
18 Просперо	615.0	16113.5	1953	30	+22.4
19 Сетебос	694.9	18205.2	2345	30	+22.5
20 Стефано	303.1	7942.5	676	20	+23.5
21 Тринкуло	327.4	8578.0	759.0	10	+25.4
22 Франциско	163.4	4281.0	266.6	12	+25.0
23 Маргарита	560.6	14688.7	1694.8	11	+25.2
24 Фердинанд	801.5	21000.0	2823.4	12	+25.1
25 Пердита	2.92	76.4	0.638	40	+23.6
26 Маб	3.73	97.7	0.922	10	+26.0
27 Купидон	2.86	74.8	0.617	10	+26.0
			Нептун		
1 Тритон	14.06	354.6	5.877	2700	+13.5
2 Нереида	218.5	5511.2	360.13	340	+18.7
3 Наяда	1.91	48.2	0.295	54	+24.7
4 Таласса	1.99	50.1	0.312	80	+23.8
5 Деспина	2.08	52.5	0.335	150	+22.6
6 Галатея	2.46	61.9	0.429	160	+22.3
7 Ларисса	2.92	73.5	0.555	208	+22.0
8 Протей	4.66	117.6	1.123	436	+20.3
9 Галимеда	871.8	21990	2868.23	60	+24.4
10 Псамафа	1853	46738.0	9136.1	40	+25.5
11 Сао	798.9	20151	2515.96	40	+25.7
12 Лаомедея	847.0	21365	2746.72	40	+25.3
13 Несо	1874	47279.7	9007.1	60	+24.6

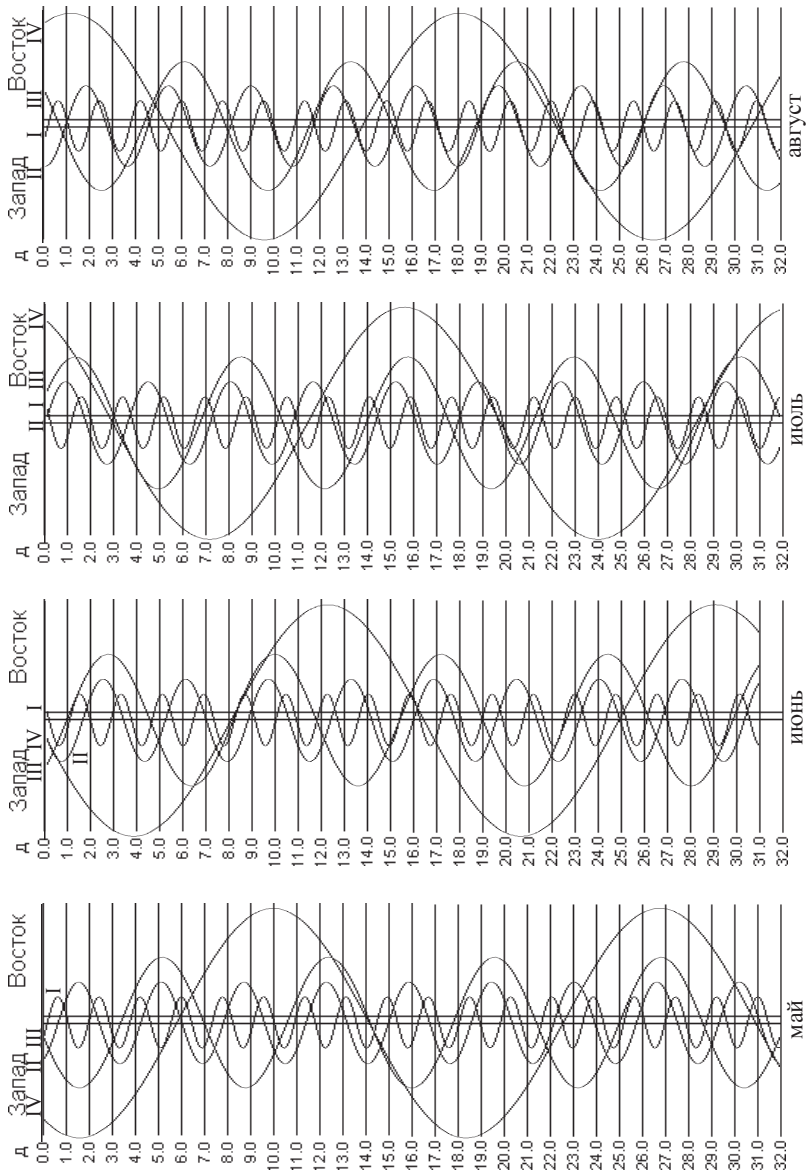
Спутники Юпитера. У Юпитера только 4 наиболее ярких спутника могут наблюдаться в небольшой телескоп или в бинокль. Это Ио, Европа, Ганимед и Каллисто, открытые в 1610 году Г. Галилеем, называемые галилеевыми спутниками Юпитера, и по традиции нумеруемые I, II, III, IV. Наблюдая с Земли, мы видим орбиты этих спутников под малыми углами к их плоскостям, так что спутники располагаются почти на одной линии, являющейся продолжением экваториальной полосы Юпитера. Остальные спутники Юпитера очень слабые и могут быть видны только в крупнейшие телескопы.

Особенность расположения орбит галилеевых спутников Юпитера относительно орбиты Земли позволяет постоянно наблюдать явления в системе этих спутников. В своем обращении вокруг Юпитера спутники то заходят за планету (происходит покрытие спутника планетой) или скрываются в его тени (затмение спутника), то проходят перед планетой, проектируясь на диск планеты или отбрасывая на нее свою тень. Явления постоянно наблюдаются для первых трех спутников Юпитера (Ио, Европы и Ганимеда). Для спутника IV (Каллисто) явления наблюдаются не всегда, так как он иногда проходит к северу или к югу от видимого диска или от тени планеты. Тень Каллисто также не всегда попадает на видимый диск Юпитера.

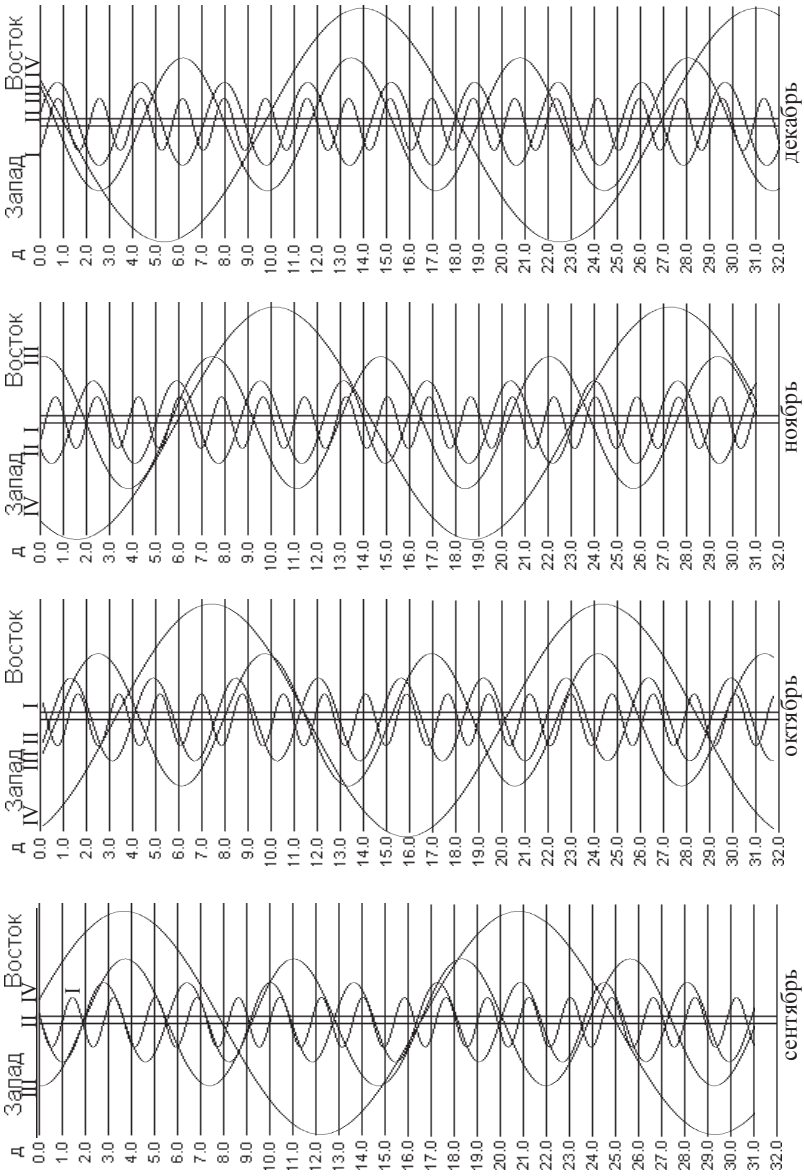
Для определения расположения спутников Юпитера относительно его видимого диска в любой заданный момент времени приведены графики их конфигураций. На графиках центральная двойная полоса изображает диск Юпитера в различные моменты *всемирного времени*. Поперечные линии означают начало календарных суток, т.е. соответствуют 0ч00м по всемирному времени для указанных возле этих линий дат. Положение спутников относительно диска планеты дается кривыми линиями, около которых проставлены номера спутников. Конфигурации спутников даны для наблюдений в телескоп, т.е. перевернутыми, и восток находится справа от диска планеты, а запад – слева от него. Чтобы узнать конфигурацию спутников в заданный момент, нужно провести линию, соответствующую данному моменту времени, которая в пересечении с кривыми линиями даст видимое расположение спутников относительно планеты.

Конфигурации спутников Юпитера в 2018 году




Запад
Восток
I
II
III
IV
д
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
15.0
16.0
17.0
18.0
19.0
20.0
21.0
22.0
23.0
24.0
25.0
26.0
27.0
28.0
29.0
30.0
31.0
32.0
май
июнь
июль
август

Конфигурации спутников Юпитера в 2018 году



ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д	Ч	М		
Январь				
1	17	34	II	СТ
1	18	8	III	НП
1	19	18	I	КП
1	19	31	II	КС
1	19	51	III	КП
5	3	48	III	ВТ
5	4	35	II	ВТ
5	5	6	I	НЗ
5	5	37	III	СТ
6	2	19	I	ВТ
6	3	22	I	НС
6	4	29	I	СТ
6	5	32	I	КС
6	23	12	II	НЗ
6	23	34	I	НЗ
7	2	46	I	КП
7	3	38	II	КП
7	20	47	I	ВТ
7	21	51	I	НС
7	22	58	I	СТ
8	0	2	I	КС
8	17	51	II	ВТ
8	18	0	III	НЗ
8	18	2	I	НЗ
8	19	49	III	КЗ
8	19	58	II	НС
8	20	7	II	СТ
8	21	15	I	КП
8	22	12	II	КС
8	22	24	III	НП
9	0	4	III	КП
9	18	31	I	КС
10	16	59	II	КП
13	4	12	I	ВТ
13	5	20	I	НС
14	1	27	I	НЗ
14	1	48	II	НЗ
14	4	5	II	КЗ
14	4	6	II	НП
14	4	42	I	КП
14	22	41	I	ВТ
14	23	49	I	НС
15	0	51	I	СТ
15	1	59	I	КС
15	19	55	I	НЗ
15	20	24	II	ВТ
15	21	57	III	НЗ
15	22	39	II	НС
15	22	39	II	СТ
15	23	11	I	КП
15	23	45	III	КЗ
16	0	52	II	КС
16	2	37	III	НП
16	4	13	III	КП
16	18	18	I	НС
16	19	19	I	СТ
16	20	28	I	КС
17	17	40	I	КП
17	19	41	II	КП
19	18	6	III	КС
21	3	20	I	НЗ
21	4	24	II	НЗ
22	0	34	I	ВТ
22	1	45	I	НС
22	2	45	I	СТ
22	3	55	I	КС
22	21	48	I	НЗ
22	22	57	II	ВТ
23	1	7	I	КП
23	1	12	II	СТ
23	1	18	II	НС
23	1	54	III	НЗ
23	3	30	II	КС
23	3	42	III	КЗ
23	19	3	I	ВТ
23	20	14	I	НС
23	21	13	I	СТ
23	22	24	I	КС
24	19	36	I	КП
24	19	58	II	КЗ
24	20	9	II	НП
24	22	22	II	КП
26	20	43	III	НС
26	22	12	III	КС
28	5	12	I	НЗ
29	2	28	I	ВТ
29	3	41	I	НС
29	4	38	I	СТ
29	23	41	I	НЗ
30	1	29	II	ВТ
30	3	2	I	КП
30	3	45	II	СТ
30	3	55	II	НС
30	20	56	I	ВТ
30	22	10	I	НС
30	23	6	I	СТ
31	0	19	I	КС
31	20	17	II	НЗ
31	21	30	I	КП
31	22	34	II	КЗ
31	22	49	II	НП
Февраль				
1	0	0	II	КП
1	18	48	I	КС
2	19	24	II	КС
2	19	40	III	ВТ
2	21	26	III	СТ
3	0	49	III	НС
3	2	14	III	КС
5	4	21	I	ВТ
5	5	36	I	НС
6	1	33	I	НЗ
6	4	2	II	ВТ
6	4	56	I	КП
6	22	50	I	ВТ
7	0	5	I	НС
7	1	0	I	СТ
7	2	14	I	КС
7	20	2	I	НЗ
7	22	53	II	НЗ
7	23	24	I	КП
8	1	9	II	КЗ
8	1	27	II	НП
8	3	39	II	КП
8	18	33	I	НС
8	19	28	I	СТ
8	20	42	I	КС
9	19	34	II	СТ
9	19	48	II	НС
9	21	58	II	КС
9	23	37	III	ВТ
10	1	23	III	СТ
10	4	50	III	НС
13	3	26	I	НЗ
13	19	0	III	НП
13	20	21	III	КП
14	0	43	I	ВТ
14	1	58	I	НС
14	2	53	I	СТ
14	4	7	I	КС
14	21	54	I	НЗ
15	1	17	I	КП
15	1	29	II	НЗ
15	3	45	II	КЗ
15	4	3	II	НП
15	19	11	I	ВТ
15	20	27	I	НС
15	21	22	I	СТ
15	22	36	I	КС
16	19	45	I	КП
16	19	52	II	ВТ
16	22	7	II	СТ
16	22	21	II	НС
17	0	31	II	КС
17	3	35	III	ВТ
17	5	20	III	СТ
18	19	31	II	КП
20	5	19	I	НЗ
20	19	30	III	КЗ
20	22	56	III	НП
21	0	13	III	КП
21	2	36	I	ВТ
21	3	51	I	НС
21	4	47	I	СТ
21	23	47	I	НЗ
22	3	9	I	КП
22	4	4	II	НЗ
22	21	5	I	ВТ
22	22	19	I	НС
22	23	15	I	СТ
23	0	28	I	КС
23	21	37	I	КП
23	22	25	II	ВТ
24	0	40	II	СТ
24	0	51	II	НС
24	3	1	II	КС
24	18	56	I	КС
25	19	38	II	КЗ
25	19	52	II	НП
25	22	3	II	КП
27	21	41	III	НЗ
27	23	27	III	КЗ
28	2	46	III	НП
28	4	0	III	КП
28	4	30	I	ВТ
Март				
1	2	0	I	НЗ
1	5	0	I	КП
1	22	58	I	ВТ
2	0	10	I	НС
2	1	8	I	СТ
2	2	19	I	КС
2	20	8	I	НЗ
2	23	27	I	КП
3	0	58	II	ВТ
3	3	13	II	СТ
3	3	20	II	НС
3	19	37	I	СТ
3	20	46	I	КС
4	19	58	II	НЗ
4	22	14	II	КЗ
4	22	23	II	НП
5	0	32	II	КП
7	1	38	III	НЗ

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д	Ч	М		
7	3	23	III	КЗ
8	3	33	I	НЗ
9	0	52	I	ВТ
9	2	0	I	НС
9	3	2	I	СТ
9	4	9	I	КС
9	22	1	I	НЗ
10	1	17	I	КП
10	3	31	II	ВТ
10	20	18	III	НС
10	20	28	I	НС
10	21	23	III	КС
10	21	30	I	СТ
10	22	36	I	КС
11	19	44	I	КП
11	22	33	II	НЗ
12	0	49	II	КЗ
12	0	51	II	НП
12	3	0	II	КП
13	21	8	II	КС
16	2	45	I	ВТ
16	3	49	I	НС
16	4	55	I	СТ
16	23	54	I	НЗ
17	3	5	I	КП
17	21	10	III	СТ
17	21	13	I	ВТ
17	22	16	I	НС
17	23	23	I	СТ
17	23	58	III	НС
18	0	25	I	КС
18	1	0	III	КС
18	21	32	I	КП
19	1	9	II	НЗ
20	21	23	II	НС
20	21	36	II	СТ
20	23	31	II	КС
23	4	39	I	ВТ
24	1	47	I	НЗ
24	23	7	I	ВТ
24	23	24	III	ВТ
25	0	4	I	НС
25	1	7	III	СТ
25	1	17	I	СТ
25	2	12	I	КС
25	4	33	III	НС
25	21	16	I	НЗ
26	0	20	I	КП
26	19	31	I	НС
26	20	45	I	СТ
26	21	39	I	КС
27	22	55	II	ВТ
28	0	45	II	НС
28	1	10	II	СТ
28	2	53	II	КС
28	19	28	III	КП
29	21	58	II	КП
31	4	40	I	НЗ

Апрель

Д	Ч	М		
1	3	0	I	НС
1	3	0	I	ВТ
1	4	10	I	СТ
1	4	21	III	ВТ
1	23	9	I	НЗ
2	2	6	I	КП
2	20	29	I	ВТ
2	21	17	I	НС
2	22	39	I	СТ
2	23	26	I	КС
3	20	32	I	КП
4	1	29	II	ВТ
4	3	5	II	НС
4	3	44	II	СТ
4	20	13	III	КЗ
4	21	55	III	НП
4	22	55	III	КП
5	20	36	II	НЗ
6	0	18	II	КП
8	3	54	I	ВТ
9	1	2	I	НЗ
9	3	52	I	КП
9	22	23	I	ВТ
9	23	3	I	НС
10	0	32	I	СТ
10	1	11	I	КС
10	22	18	I	КП
11	4	3	II	ВТ
11	22	27	III	НЗ
12	0	10	III	КЗ
12	1	19	III	НП
12	2	19	III	КП
12	23	12	II	НЗ
13	2	36	II	КП
14	20	39	II	КС
16	2	56	I	НЗ
17	0	16	I	ВТ
17	0	48	I	НС
17	2	26	I	СТ
17	2	56	I	КС
17	21	24	I	НЗ
18	0	3	I	КП
18	20	54	I	СТ
18	21	22	I	КС
19	2	24	III	НЗ
19	4	8	III	КЗ
20	1	47	II	НЗ
20	4	52	II	КП
21	19	55	II	ВТ
21	20	47	II	НС
21	22	10	II	СТ
21	22	55	II	КС
23	4	49	I	НЗ
24	2	10	I	ВТ
24	2	32	I	НС
24	4	20	I	СТ
24	4	40	I	КС
24	23	18	I	НЗ
25	1	47	I	КП
25	20	58	I	НС
25	22	48	I	СТ
25	23	6	I	КС
26	20	13	I	КП
27	4	22	II	НЗ
28	22	30	II	ВТ
28	23	2	II	НС
29	0	44	II	СТ
29	1	10	II	КС
29	20	14	III	ВТ
29	21	27	III	НС
29	21	56	III	СТ
29	22	29	III	КС

Май

Д	Ч	М		
1	1	12	I	НЗ
1	3	0	I	КС
1	3	0	I	СТ
1	4	4	I	ВТ
1	4	16	I	НС
2	3	31	I	КП
2	22	32	I	ВТ
2	22	42	I	НС
3	0	42	I	СТ
3	0	50	I	КС
3	21	57	I	КП
6	1	5	II	ВТ
6	1	17	II	НС
6	3	20	II	СТ
6	3	25	II	КС
7	0	12	III	ВТ
7	0	42	III	НС
7	1	48	III	КС
7	1	54	III	СТ
7	22	30	II	КЗ
9	3	6	I	НП
10	0	26	I	НС
10	0	26	I	ВТ
10	2	34	I	КС
10	2	36	I	СТ
10	21	32	I	НП
10	23	44	I	КЗ
13	3	31	II	НС
13	3	40	II	ВТ
14	3	56	III	НС
14	4	10	III	ВТ
14	22	36	II	НП
15	1	5	II	КЗ
17	2	10	I	НС
17	2	21	I	ВТ
17	4	18	I	КС
17	4	30	I	СТ
17	23	16	I	НП
18	1	38	I	КЗ
18	22	44	I	КС
18	22	59	I	СТ
22	0	50	II	НП
22	3	40	II	КЗ
23	21	49	II	СТ
24	3	54	I	НС
24	4	15	I	ВТ
24	22	16	III	КП
24	22	16	III	НЗ
24	23	59	III	КЗ
25	1	0	I	НП
25	3	33	I	КЗ
25	22	20	I	НС
25	22	43	I	ВТ
26	0	28	I	КС
26	0	53	I	СТ
26	22	1	I	КЗ
29	3	5	II	НП
30	22	10	II	ВТ
30	23	21	II	КС
31	0	25	II	СТ

Июнь

Д	Ч	М		
1	0	14	III	НП
1	1	0	III	КП
1	3	0	I	НП
1	3	0	III	НЗ
1	3	58	III	КЗ
2	0	5	I	НС
2	0	38	I	ВТ
2	2	13	I	КС
2	2	47	I	СТ
2	23	56	I	КЗ
6	23	28	II	НС
7	0	46	II	ВТ

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д	Ч	М		
7	1	39	II	КС
7	3	1	II	СТ
8	3	34	III	НП
8	4	31	I	НП
8	22	7	II	КЗ
9	1	50	I	НС
9	2	32	I	ВТ
9	3	59	I	КС
9	4	41	I	СТ
9	22	58	I	НП
10	1	51	I	КЗ
10	22	26	I	КС
10	23	10	I	СТ
14	1	47	II	НС
14	3	23	II	ВТ
14	4	0	II	КС
16	0	42	II	КЗ
16	3	37	I	НС
16	4	26	I	ВТ
17	0	44	I	НП
17	3	45	I	КЗ
17	22	4	I	НС
17	22	55	I	ВТ
18	0	13	I	КС
18	1	4	I	СТ
18	22	9	III	КС
18	22	14	I	КЗ
19	0	3	III	ВТ
19	1	45	III	СТ
21	4	8	II	НС
22	23	10	II	НП
23	3	17	II	КЗ
24	2	32	I	НП
24	21	33	II	СТ
24	23	51	I	НС
25	0	50	I	ВТ
25	2	1	I	КС
25	2	59	I	СТ
26	0	3	III	НС
26	0	9	I	КЗ
26	1	43	III	КС
26	4	2	III	ВТ
30	1	33	II	НП

Июль

Д	Ч	М		
1	1	40	I	НС
1	2	44	I	ВТ
1	3	0	I	КП
1	3	0	I	КЗ
1	21	55	II	ВТ
1	22	0	II	КС
2	0	11	II	СТ
2	1	40	I	НС
2	2	44	I	ВТ
2	3	50	I	КС
2	4	53	I	СТ
2	22	49	I	НП
3	2	4	I	КЗ
3	3	37	III	НС
3	22	17	I	КС
3	23	22	I	СТ
6	22	10	III	НЗ
6	23	53	III	КЗ
7	3	57	II	НП
8	22	12	II	НС
9	0	28	II	КС
9	0	33	II	ВТ
9	2	48	II	СТ
9	3	30	I	НС
10	0	39	I	НП
10	3	59	I	КЗ
10	21	44	II	КЗ
10	21	58	I	НС
10	23	7	I	ВТ
11	0	7	I	КС
11	1	17	I	СТ
11	22	28	I	КЗ
14	2	9	III	НЗ
14	3	53	III	КЗ
16	0	42	II	НС
16	2	59	II	КС
16	3	10	II	ВТ
17	2	31	I	НП
17	21	55	II	КП
17	22	4	II	НЗ
17	23	49	I	НС
18	0	19	II	КЗ
18	1	2	I	ВТ
18	1	59	I	КС
18	3	11	I	СТ
19	0	23	I	КЗ
19	21	40	I	СТ
21	1	3	III	НП
21	2	56	III	КП
23	3	14	II	НС
24	4	24	I	НП
24	21	40	III	СТ
24	22	8	II	НП
25	0	26	II	КП
25	0	38	II	НЗ
25	1	42	I	НС
25	2	54	II	КЗ
25	2	57	I	ВТ
25	3	51	I	КС
25	22	52	I	НП
26	2	19	I	КЗ
26	21	22	II	СТ
26	21	25	I	ВТ
26	22	20	I	КС
26	23	35	I	СТ

Август

Д	Ч	М		
1	1	40	III	СТ
1	2	58	II	КП
1	3	13	II	НЗ
1	3	35	I	НС
1	4	51	I	ВТ
2	0	46	I	НП
2	4	14	I	КЗ
2	21	24	II	КС
2	21	43	II	ВТ
2	22	4	I	НС
2	23	20	I	ВТ
2	23	59	II	СТ
3	0	13	I	КС
3	1	29	I	СТ
3	22	43	I	КЗ
7	22	37	III	НС
8	0	35	III	КС
8	3	14	II	НП
8	3	56	III	ВТ
9	2	41	I	НП
9	21	42	II	НС
9	23	58	I	НС
10	0	1	II	КС
10	0	21	II	ВТ
10	1	15	I	ВТ
10	2	8	I	КС
10	2	37	II	СТ
10	3	24	I	СТ
10	21	10	I	НП
11	0	38	I	КЗ
11	21	20	II	КЗ
11	21	53	I	СТ
15	2	38	III	НС
15	4	38	III	КС
16	4	37	I	НП
17	0	22	II	НС
17	1	54	I	НС
17	2	41	II	КС
17	2	59	II	ВТ
17	3	9	I	ВТ
17	4	4	I	КС
17	5	15	II	СТ
17	5	19	I	СТ
17	23	7	I	НП
18	2	34	I	КЗ
18	21	28	II	КП
18	21	38	I	ВТ
18	21	39	II	НЗ
18	22	5	III	НЗ
18	22	33	I	КС
18	23	47	I	СТ
18	23	50	III	КЗ
18	23	55	II	КЗ
19	21	3	I	КЗ
24	3	3	II	НС
24	3	50	I	НС
24	5	4	I	ВТ
25	1	4	I	НП
25	4	29	I	КЗ
25	20	58	III	НП
25	21	47	II	НП
25	22	19	I	НС
25	23	1	III	КП
25	23	33	I	ВТ
26	0	6	II	КП
26	0	14	II	НЗ
26	0	29	I	КС
26	1	42	I	СТ
26	2	6	III	НЗ
26	2	30	II	КЗ
26	3	51	III	КЗ
26	22	58	I	КЗ
27	21	12	II	СТ

Сентябрь

Д	Ч	М		
1	3	2	I	НП
1	6	24	I	КЗ
2	0	17	I	НС
2	0	27	II	НП
2	1	9	III	НП
2	1	27	I	ВТ
2	2	27	I	КС
2	2	46	II	КП
2	2	49	II	НЗ
2	3	12	III	КП
2	3	37	I	СТ
2	5	4	II	КЗ
2	21	31	I	НП
3	0	53	I	КЗ
3	20	56	I	КС
3	21	28	II	КС
3	21	33	II	ВТ
3	22	5	I	СТ
3	23	50	II	СТ

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д	Ч	М		
5	21	35	III	СТ
9	2	15	I	НС
9	3	8	II	НП
9	3	22	I	ВТ
9	4	25	I	КС
9	5	22	III	НП
9	5	31	I	СТ
9	23	30	I	НП
10	2	48	I	КЗ
10	20	44	I	НС
10	21	51	I	ВТ
10	21	53	II	НС
10	22	54	I	КС
11	0	0	I	СТ
11	0	11	II	ВТ
11	0	13	II	КС
11	2	27	II	СТ
11	21	17	I	КЗ
12	20	56	II	КЗ
12	21	19	III	КС
12	23	50	III	ВТ
13	1	35	III	СТ
16	4	13	I	НС
16	5	16	I	ВТ
16	5	51	II	НП
17	1	29	I	НП
17	4	44	I	КЗ
17	22	43	I	НС
17	23	45	I	ВТ
18	0	39	II	НС
18	0	53	I	КС
18	1	55	I	СТ
18	2	48	II	ВТ
18	2	59	II	КС
18	5	5	II	СТ
18	19	59	I	НП
18	23	12	I	КЗ
19	20	23	I	СТ
19	23	31	II	КЗ
19	23	33	III	НС
20	1	37	III	КС
20	3	49	III	ВТ
20	5	35	III	СТ
23	19	49	III	КЗ
24	3	29	I	НП
25	0	42	I	НС
25	1	40	I	ВТ
25	2	53	I	КС
25	3	26	II	НС
25	3	49	I	СТ
25	5	25	II	ВТ
25	5	47	II	КС
25	21	59	I	НП
26	1	8	I	КЗ
26	20	8	I	ВТ
26	21	22	I	КС
26	21	57	II	НП
26	22	18	I	СТ
27	2	6	II	КЗ
27	3	53	III	НС
27	5	57	III	КС
27	19	36	I	КЗ
28	19	10	II	КС
28	21	0	II	СТ
30	20	21	III	КП
30	22	1	III	НЗ
30	23	48	III	КЗ

Октябрь

Д	Ч	М		
1	2	42	I	НС
1	3	0	I	КП
1	5	30	I	НП
2	2	42	I	НС
2	3	34	I	ВТ
2	4	52	I	КС
2	5	44	I	СТ
2	6	14	II	НС
3	0	0	I	НП
3	3	3	I	КЗ
3	21	12	I	НС
3	22	3	I	ВТ
3	23	22	I	КС
4	0	12	I	СТ
4	0	42	II	НП
4	4	40	II	КЗ
4	21	31	I	КЗ
5	19	38	II	НС
5	21	20	II	ВТ
5	21	59	II	КС
5	23	37	II	СТ
7	22	39	III	НП
8	0	44	III	КП
8	2	0	III	НЗ
8	3	48	III	КЗ
9	4	42	I	НС
9	5	29	I	ВТ
10	2	1	I	НП
10	4	58	I	КЗ
10	23	12	I	НС
10	23	57	I	ВТ
11	1	23	I	КС
11	2	7	I	СТ
11	3	28	II	НП
11	20	31	I	НП
11	23	26	I	КЗ
12	19	53	I	КС
12	20	35	I	СТ
12	22	27	II	НС
12	23	57	II	ВТ
13	0	48	II	КС
13	2	14	II	СТ
14	20	33	II	КЗ
15	3	4	III	НП
15	5	9	III	КП
15	6	0	III	НЗ
16	6	42	I	НС
17	4	2	I	НП
18	1	13	I	НС
18	1	51	I	ВТ
18	3	23	I	КС
18	4	1	I	СТ
18	6	15	II	НП
18	19	5	III	КС
18	19	43	III	ВТ
18	21	31	III	СТ
18	22	32	I	НП
19	1	21	I	КЗ
19	19	43	I	НС
19	20	20	I	ВТ
19	21	53	I	КС
19	22	30	I	СТ
20	1	17	II	НС
20	2	34	II	ВТ
20	3	38	II	КС
20	4	51	II	СТ
20	19	50	I	КЗ
21	19	39	II	НП
21	23	7	II	КЗ
24	6	3	I	НП
25	3	13	I	НС
25	3	46	I	ВТ
25	5	24	I	КС
25	5	56	I	СТ
25	21	27	III	НС
25	23	31	III	КС
25	23	42	III	ВТ
26	0	33	I	НП
26	1	30	III	СТ
26	3	16	I	КЗ
26	21	44	I	НС
26	22	14	I	ВТ
26	23	54	I	КС
27	0	24	I	СТ
27	4	7	II	НС
27	5	10	II	ВТ
27	6	28	II	КС
27	19	4	I	НП
27	21	45	I	КЗ
28	21	27	II	НП
29	0	42	II	КЗ
30	17	29	II	ВТ
30	18	54	II	КС
30	19	46	II	СТ

Ноябрь

Д	Ч	М		
1	4	14	I	НС
1	4	40	I	ВТ
2	0	54	III	НС
2	1	35	I	НП
2	2	40	III	ВТ
2	2	57	III	КС
2	4	11	I	КЗ
2	4	30	III	СТ
2	22	45	I	НС
2	23	9	I	ВТ
3	0	55	I	КС
3	1	18	I	СТ
3	5	58	II	НС
3	20	5	I	НП
3	22	39	I	КЗ
4	17	15	I	НС
4	17	37	I	ВТ
4	19	26	I	КС
4	19	47	I	СТ
5	0	15	II	НП
5	3	17	II	КЗ
5	17	8	I	КЗ
5	18	46	III	КЗ
6	19	23	II	НС
6	20	5	II	ВТ
6	21	44	II	КС
6	22	23	II	СТ
8	6	16	I	НС
9	3	37	I	НП
9	5	22	III	НС
9	6	5	I	КЗ
10	0	46	I	НС
10	1	3	I	ВТ
10	2	57	I	КС
10	3	13	I	СТ
10	22	7	I	НП
11	0	34	I	КЗ
11	19	16	I	НС
11	19	31	I	ВТ

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д	Ч	М			Д	Ч	М			Д	Ч	М			Д	Ч	М		
11	21	27	I	КС	26	1	30	I	КС	7	3	19	II	КП	18	23	53	I	НС
11	21	41	I	СТ	26	1	30	I	СТ	7	22	31	III	ВТ	19	1	40	I	СТ
12	3	4	II	НП	26	20	40	I	НЗ	7	23	14	III	НС	19	2	4	I	КС
12	5	52	II	КЗ	26	22	52	I	КП	8	0	24	III	СТ	19	20	51	I	НЗ
12	19	2	I	КЗ	27	4	48	III	НП	8	1	18	III	КС	19	23	25	I	КП
12	19	51	III	НП	27	17	48	I	ВТ	8	19	44	II	ВТ	20	17	58	I	ВТ
12	22	45	III	КЗ	27	17	49	I	НС	8	20	8	II	НС	20	18	23	I	НС
13	22	13	II	НС	27	19	58	I	СТ	8	22	3	II	СТ	20	20	9	I	СТ
13	22	41	II	ВТ	27	20	0	I	КС	8	22	30	II	КС	20	20	34	I	КС
14	0	35	II	КС	28	3	52	II	ВТ	9	6	0	I	НЗ	21	5	46	II	НЗ
14	0	59	II	СТ	28	3	54	II	НС	10	3	7	I	ВТ	21	17	56	I	КП
15	19	10	II	КЗ	28	6	10	II	СТ	10	3	21	I	НС	22	6	28	III	ВТ
16	5	38	I	НП	28	6	15	II	КС	10	5	18	I	СТ	23	0	53	II	ВТ
17	2	47	I	НС	28	17	22	I	КП	10	5	32	I	КС	23	1	46	II	НС
17	2	57	I	ВТ	29	22	1	II	НЗ	10	16	44	II	КП	23	3	13	II	СТ
17	4	58	I	КС	30	0	29	II	КП	11	0	29	I	НЗ	23	4	8	II	КС
17	5	7	I	СТ	30	18	34	III	ВТ	11	2	54	I	КП	24	6	55	I	ВТ
18	0	9	I	НП	30	18	47	III	НС	11	21	36	I	ВТ	24	19	4	II	НЗ
18	2	28	I	КЗ	30	20	26	III	СТ	11	21	52	I	НС	24	22	23	II	КП
18	21	17	I	НС	30	20	50	III	КС	11	23	46	I	СТ	25	4	16	I	НЗ
18	21	25	I	ВТ	Декабрь					12	0	3	I	КС	25	6	56	I	КП
18	23	28	I	КС	1	6	45	I	ВТ	12	18	57	I	НЗ	25	20	42	III	НЗ
18	23	36	I	СТ	1	17	9	II	ВТ	12	21	25	I	КП	26	0	44	III	КП
19	5	53	II	НП	1	17	19	II	НС	13	18	15	I	СТ	26	1	24	I	ВТ
19	18	39	I	НП	1	19	28	II	СТ	13	18	33	I	КС	26	1	53	I	НС
19	20	57	I	КЗ	1	19	40	II	КС	14	3	11	II	НЗ	26	3	34	I	СТ
20	0	19	III	НП	2	4	6	I	НЗ	14	6	8	II	КП	26	4	5	I	КС
20	2	44	III	КЗ	2	6	23	I	КП	15	2	30	III	ВТ	26	17	32	II	КС
20	17	59	I	КС	3	1	14	I	ВТ	15	3	43	III	НС	26	22	45	I	НЗ
20	18	4	I	СТ	3	1	20	I	НС	15	4	24	III	СТ	27	1	26	I	КП
21	1	4	II	НС	3	3	24	I	СТ	15	5	47	III	КС	27	19	52	I	ВТ
21	1	16	II	ВТ	3	3	31	I	КС	15	22	19	II	ВТ	27	20	24	I	НС
21	3	25	II	КС	3	22	35	I	НЗ	15	22	58	II	НС	27	22	3	I	СТ
21	3	34	II	СТ	4	0	53	I	КП	16	0	38	II	СТ	27	22	35	I	КС
22	19	18	II	НП	4	19	42	I	ВТ	16	1	19	II	КС	28	17	13	I	НЗ
22	21	45	II	КЗ	4	19	50	I	НС	17	5	1	I	ВТ	28	19	56	I	КП
24	4	48	I	НС	4	21	52	I	СТ	17	5	22	I	НС	29	16	31	I	СТ
24	4	51	I	ВТ	4	22	1	I	КС	17	19	33	II	КП	29	17	5	I	КС
24	16	50	II	КС	5	6	27	II	ВТ	18	2	22	I	НЗ	30	3	28	II	ВТ
24	16	52	II	СТ	5	6	44	II	НС	18	4	55	I	КП	30	4	34	II	НС
25	2	10	I	НП	5	17	3	I	НЗ	18	16	45	III	НЗ	30	5	47	II	СТ
25	4	22	I	КЗ	5	19	23	I	КП	18	20	17	III	КП	30	6	56	II	КС
25	23	19	I	НС	7	0	36	II	НЗ	18	23	30	I	ВТ	31	21	39	II	НЗ
25	23	19	I	ВТ															

Таблица явлений в системе спутников Юпитера содержит сведения только о тех явлениях, которые доступны наблюдениям на территории Украины в темное время суток. Все моменты явлений приведены по киевскому времени *T*. Обозначения явлений в таблице: НЗ – начало затмения спутника; КЗ – конец затмения спутника; НП – начало покрытия спутника диском планеты; КП – конец покрытия спутника диском планеты; ВТ – вступление тени спутника на диск планеты; СТ – схождение тени спутника с диска планеты; НС – начало прохождения спутника перед диском планеты (вступление спутника на диск планеты); КС – конец прохождения спутника перед диском планеты (схождение спутника с диска планеты).

Спутники Сатурна. У Сатурна только три наиболее ярких спутника могут наблюдаться в небольшой телескоп. Это Рея – пятый спутник, открытый Дж. Кассини в 1672 году, Титан – шестой спутник, открытый Х. Гюйгенсом в 1655 году, и Япет – восьмой спутник, открытый Дж. Кассини в 1671 году. Спутники обозначаются римскими цифрами: Рея – V, Титан – VI и Япет – VIII. Орбиты этих спутников наблюдаются с Земли под разными углами к их плоскостям, меняющимися в больших пределах, поэтому спутники могут располагаться в различных положениях относительно видимого диска Сатурна.

Наблюдать Рею, Титан и Япет удобнее всего в периоды их элонгаций, когда они удаляются от планеты на максимальное угловое расстояние (в среднем 1.42' Рея, 3.32' Титан и 9.62' Япет). Периоды, благоприятные для наблюдений спутников, начинаются до момента элонгации и заканчиваются после него приблизительно за 6 часов для Реи, за 1 сутки для Титана и за 5 суток для Япета.

Вблизи эпохи противостояния Сатурна (в июне 2017 года) Рея и Титан имеют блеск $+9.9^m$ и $+8.5^m$ соответственно. Блеск Япета максимален в периоды его западных элонгаций и составляет $+9.6^m$. В периоды восточных элонгаций Япет имеет наименьший блеск ($+11.8^m$).

Наиболее яркий спутник Сатурна – Титан доступен наблюдениям в телескоп с диаметром объектива не менее 60 мм, Рея – в телескоп с диаметром объектива не менее 90 мм. Чтобы наблюдать Япет в периоды его западных элонгаций, необходим телескоп с диаметром объектива не менее 80 мм.

В таблице моментов элонгаций приводятся моменты *по всемирному времени* элонгаций Реи и Титана, а также западных элонгаций Япета.

МОМЕНТЫ ЭЛОНГАЦИЙ СПУТНИКОВ САТУРНА В 2018 ГОДУ

ТИТАН

Западная элонгация				Восточная элонгация			
Дата	ч	м	Дата	ч	м	Дата	ч	м	Дата	ч	м
Янв. 14	3	31	Июль 8	15	15	Янв. 6	1	54	Июль 16	12	40
30	4	20	24	12	36	22	2	42	....		
Февр. 15	4	55	Авг. 9	10	15	Февр. 7	3	18	Авг. 1	10	13
....			25	8	19	23	3	38	17	8	7
Март 3	5	8	Сент. 10	6	54	Март 11	3	36	Сент. 2	6	28
19	4	57	26	6	00	27	3	7	18	5	18
Апр. 4	4	17	Окт. 12	5	37	Апр. 12	2	11	Окт. 4	4	37
20	3	6	28	5	40	28	0	46	20	4	24
Май 6	1	25	Нояб. 13	6	6	Май 13	22	53	Нояб. 5	4	34
21	23	17	29	6	49	29	20	36	21	5	3
Июнь 6	20	46	Дек. 15	7	43	Июнь 14	18	2	Дек. 7	5	46
22	18	2	31	8	43	30	15	20	23	6	36

РЕЯ

Западная элонгация

Дата	ч	м	Дата	ч	м
Янв. 4	1	29	Июль 3	19	13
8	14	6	8	7	32
13	2	40	12	19	52
17	15	15	17	8	10
22	3	50	21	20	31
26	16	25	26	8	49
31	4	59	30	21	11
Февр. 4	17	33	Авг. 4	9	31
9	6	7	8	21	52
13	18	40	13	10	14
18	7	14	17	22	38
22	19	45	22	11	0
27	8	18	26	23	25
Март 3	20	49	31	11	48
8	9	18	Сент. 5	0	15
12	21	50	9	12	39
17	10	18	14	1	6
21	22	48	18	13	33
26	11	16	23	2	1
30	23	42	27	14	30
Апр. 4	12	9	Окт. 2	2	59
9	0	35	6	15	29
13	13	1	11	4	0
18	1	26	15	16	32
22	13	50	20	5	4
27	2	15	24	17	36
Май 1	14	37	29	6	7
6	2	59	Нояб. 2	18	40
10	15	21	7	7	14
15	3	42	11	19	48
19	16	3	16	8	22
24	4	23	20	20	57
28	16	43	25	9	33
Июнь 2	5	4	29	22	7
6	17	23	Дек. 4	10	42
11	5	40	8	23	18
15	17	59	13	11	55
20	6	19	18	0	29
24	18	36	22	13	5
29	6	56	27	1	41
			31	14	18

Восточная элонгация

Дата	ч	м	Дата	ч	м
Янв. 1	19	11	Июль 1	13	4
6	7	47	6	1	23
10	20	22	10	13	41
15	8	58	15	2	0
19	21	33	19	14	20
24	10	8	24	2	40
28	22	42	28	15	0
Февр. 2	11	17	Авг. 2	3	20
6	23	50	6	15	41
11	12	23	11	4	3
16	0	56	15	16	25
20	13	29	20	4	48
25	2	1	24	17	12
Март 1	14	32	29	5	36
6	3	3	Сент. 2	18	1
10	15	33	7	6	26
15	4	3	11	18	53
19	16	32	16	7	20
24	5	1	20	20	47
28	17	29	25	8	16
Апр. 2	5	56	29	20	45
6	18	22	Окт. 4	9	14
11	6	48	8	21	44
15	19	13	13	10	15
20	7	38	17	22	47
24	20	2	22	11	19
29	8	25	26	23	51
Май 3	20	48	31	12	24
8	9	10	Нояб. 5	0	57
12	21	32	9	13	31
17	9	53	14	2	5
21	22	13	18	14	39
26	10	33	23	3	14
30	22	53	27	15	49
Июнь 4	11	12	Дек. 2	4	25
8	23	31	6	17	0
13	11	50	11	5	35
18	0	8	15	18	11
22	12	27	20	6	47
27	0	45	24	19	23
			29	7	59

ЯПЕТ

Западная элонгация

Дата	ч	м	Дата	ч	м
Янв. 3	1	57	Авг. 28	23	3
Март 25	7	54	Нояб. 17	7	56
Июнь 12	0	44			

АСТЕРОИДЫ И ПЛАНЕТЫ-КАРЛИКИ

Астероидами (малыми планетами) Солнечной системы считаются небесные тела с диаметром от нескольких метров до до сотен километров, которые двигаются вокруг Солнца, обладают неправильной формой и не имеют атмосферы. Вместе с тем у астероидов могут быть собственные спутники. Астероиды объединяют в группы и семейства на основе характеристик их орбит. Обычно группа получает название по имени первого астероида, который был обнаружен на данной орбите. Группы – довольно условные объединения, не предполагающие обязательного общего родительского тела в прошлом. Семейства – более компактные объединения, образованные в прошлом при разрушении более крупных астероидов от столкновений с другими телами. Пояс астероидов – область Солнечной системы, расположенная между орбитами Марса и Юпитера, являющаяся местом скопления множества астероидов. Эту область также часто называют главным поясом астероидов.

Среди околоземных астероидов выделяют несколько групп: Амуры – группа околоземных астероидов, чьи орбиты полностью находятся вне орбиты Земли, то есть их расстояние от Солнца в перигелии больше афелийного расстояния Земли, но меньше значения 1.3 а.е. (1.017 а.е. < q < 1.3 а.е.). Аполлоны – группа околоземных астероидов, чьи орбиты пересекают земную орбиту с внешней стороны (их расстояние от Солнца в перигелии меньше афелийного расстояния Земли, q < 1.017 а.е., но большая полуось больше земной, a > 1 а.е.). Таким образом, хотя их орбиты в целом преимущественно находятся за пределами земной орбиты, они пересекают её в области афелия Земли. Атоны – группа околоземных астероидов, чьи орбиты пересекают земную орбиту с внутренней стороны (их расстояние от Солнца в афелии больше перигелийного расстояния Земли, Q > 0.983 а.е., но большая полуось меньше земной a < 1 а.е.). Таким образом, хотя их орбиты в целом преимущественно находятся внутри земной орбиты, они пересекают её в области перигелия Земли. Атиры – немногочисленная группа околоземных астероидов, чьи орбиты полностью находятся внутри орбиты Земли, то есть их расстояние от Солнца в афелии меньше перигелийного расстояния Земли (Q < 0.983 а.е.).

Троянские астероиды – группа астероидов, находящихся в окрестностях точек Лагранжа L4 и L5 в орбитальном резонансе 1:1 с одной из планет. Первые астероиды этого типа были обнаружены у Юпитера. Кроме троянцев Юпитера, известны троянцы Марса, Нептуна, Урана и Земли. Кентавры – группа астероидов, находящихся между орбитами Юпитера и Нептуна, переходная по свойствам между астероидами главного пояса и объектами пояса Койпера (также по некоторым свойствам похожи на кометы). Они имеют нестабильные, порой сильно вытянутые орбиты, поскольку пересекают орбиты одной или сразу нескольких планет-гигантов. Дамоклоиды – небесные тела Солнечной системы, имеющие орбиты, аналогичные орбитам комет по параметрам (большой эксцентриситет и наклон к плоскости эклиптики), но не проявляющие кометной активности в виде комы или кометного хвоста. Название дамоклоиды получили по имени первого представителя класса – астероида (5335) Дамокл. Транснептуновый объект (ТНО) – небесное тело Солнечной системы, которое обращается по орбите вокруг Солнца, и у которого среднее расстояние до Солнца больше, чем у

Нептуна (30 а.е.). Транснептуновые объекты образуют пояс Койпера, рассеянный диск и облако Оорта (https://ru.wikipedia.org/).

На начало октября 2017 года в каталоге Международного планетного центра (МПЦ) в Солнечной системе зарегистрировано 749683 астероидов, т.е. их число возросло примерно на 3.9 % (http://www.minorplanetcenter.org/iau/lists/MPLists.html). Из них 503850 уже имеют постоянный номер, т.е. их окончательно и однозначно внесено в каталог малых планет. Открыто 1248 атонцев, 8314 аполлонцев, 7187 амурцев, а также 721 кентавров и объектов рассеянного диска и 1814 транснептуновых объектов (ТНО). За последний год число атонцев увеличилось примерно на 13%, аполлонцев – на 12%, амурцев – на 11%; кентавров – на 5.5% и ТНО – на 2.5%. К настоящему времени 21109 объектов обрели имена собственные.

К общеизвестным троянцам Юпитера добавились открытые "троянцы" других больших планет. В 2010 году и у Земли был обнаружен первый троянский астероид 2010 TK7 – небольшой объект диаметром ~300 метров. Он обращается вокруг точки L4, заметно выходя из плоскости эклиптики. В точке L5 у Земли троянских астероидов пока не обнаружено. У Марса открыто 9 троянцев (1 в точке L4 – это (121514) 1999 UJ7, и 8 – в L5), у Юпитера – 6704 (4271 – в L4 и 2433 – в L5), у Урана – 1 (в точке L4; это 2011 QF99), у Нептуна – 17 (13 – в L4 и 4 – в L5). (http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/Trojans.html.

Эфемериды ярких астероидов

Ниже приводятся эфемериды астероидов, достигающих в максимуме блеска 11.0 звездных величин и ярче, доступных для наблюдений в небольшие телескопы в 2018 году.

В таблицах эфемерид астероидов на 21 час всемирного времени (что соответствует по летнему Киевскому времени полночи или 0^h следующих суток) через 10 суток вблизи эпохи противостояния приводятся топоцентрические (для Одессы) экваториальные координаты астероидов α и δ, отнесенные к равноденствию 2000.0, âèçóàëüí àÿ çâåçäí àÿ âåëè÷èí àV, ðàññòî ÿí èÿ r от Солнца и Δ от Земли в а.е., а также фазовый угол β, образованный направлениями к Солнцу и к Земле (в момент противостояния фазовый угол наименьший), а также угловое расстояние до Луны (в градусах) и доля освещенного диска Луны (в процентах).

Перед таблицей эфемерид для каждого астероида указаны: название, средний диаметр D в км, период вращения P в часах, средние за период вращения показатель цвета B-V и альбедо поверхности A, тип поверхности астероида по принятой спектральной классификации (S – силикатные, C – углистые и т.п., см. ОАК-2002, стр. 130), а также дата противостояния. Эфемериды расположены в порядке возрастания дат противостояний астероидов.

Тесные сближения астероидов с Землей

На 10 октября 2017 года открыто и каталогизировано 16749 астероидов, которые периодически сближаются с Землей (АСЗ). Из них 7835, возможно, имеют диаметр больше 140 м и только 884 астероидов имеют диаметр D>1 км (http://neo.jpl.nasa.gov/stats/). За последний год открыто 1744 новых АСЗ, из них 9 диаметром >1 км. На середину октября известно 1844 потенциально опасных для Земли астероидов (PHAs), из них 157 крупнее 1 км. Число потенциально опасных для Земли астероидов за год увеличилось на 104, причем, из них не было ни одного крупнее 1 км.

Таблица 1

Дата (21^h UT)	α (2000.0) ч м с	δ (2000.0) ° ′ ″	*V* m	*r* а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
7 Ирис D=200 км, P=7.139^h, B-V=0.855^m, A=0.28, Тип S, 29.X.2017								
2017 Дек. 11	01 53 07	+15 57 15	8.00	1.839	1.028	23.4	155.9	33.6
Дек. 21	01 59 21	+15 30 13	8.27	1.844	1.112	26.5	84.9	10.8
Дек. 31	02 08 42	+15 25 30	8.52	1.852	1.207	28.7	47.8	97.5
2018 Янв. 10	02 20 41	+15 39 18	8.75	1.862	1.310	30.1	171.8	30.7
Янв. 20	02 34 53	+16 07 18	8.96	1.873	1.418	31.0	60.0	12.4
Янв. 30	02 50 54	+16 45 14	9.15	1.886	1.531	31.3	76.0	99.3
Февр. 09	03 08 25	+17 28 53	9.33	1.901	1.647	31.2	153.4	29.0
Февр. 19	03 27 10	+18 14 42	9.48	1.917	1.766	30.7	37.5	15.4
Март 01	03 46 56	+18 59 32	9.62	1.935	1.885	30.0	100.5	100.0
Март 11	04 07 31	+19 40 37	9.75	1.954	2.004	29.0	136.2	27.8
20 Массалия D=136 км, P=8.098^h, B-V=0.854^m, A=0.24, Тип S, 17.XII.2017								
2017 Дек. 11	05 47 29	+22 16 42	8.59	2.080	1.100	3.5	102.0	33.6
Дек. 21	05 36 48	+22 09 22	8.53	2.075	1.094	2.5	136.4	10.8
Дек. 31	05 26 51	+22 01 45	8.82	2.071	1.113	8.3	3.4	97.5
2018 Янв. 10	05 19 12	+21 55 50	9.08	2.069	1.157	13.6	142.6	30.7
Янв. 20	05 14 57	+21 53 38	9.34	2.067	1.220	18.1	97.9	12.4
Янв. 30	05 14 34	+21 56 15	9.58	2.066	1.301	21.8	41.8	99.3
Февр. 09	05 17 56	+22 03 17	9.80	2.066	1.394	24.5	174.6	29.0
Февр. 19	05 24 45	+22 13 11	10.01	2.067	1.496	26.5	65.1	15.4
Март 01	05 34 34	+22 23 53	10.20	2.069	1.605	27.7	75.1	100.0
Март 11	05 46 53	+22 32 57	10.37	2.072	1.718	28.4	159.5	27.8
Март 21	06 01 17	+22 38 10	10.52	2.076	1.833	28.6	36.5	20.2
Март 31	06 17 22	+22 37 32	10.65	2.081	1.948	28.4	101.8	99.7
Апр. 10	06 34 45	+22 29 23	10.77	2.087	2.063	27.9	139.0	26.4
Апр. 20	06 53 11	+22 12 30	10.87	2.094	2.177	27.1	9.8	27.1
Апр. 30	07 12 23	+21 46 00	10.96	2.101	2.288	26.0	123.8	99.1
8 Флора D=148 км, P=12.865^h, B-V=0.885^m, A=0.23, Тип S, 02.I.2018								
2017 Дек. 11	07 14 34	+19 07 29	8.75	1.981	1.057	13.4	81.7	33.6
Дек. 21	07 05 14	+19 59 23	8.52	1.997	1.032	7.6	156.9	10.8
Дек. 31	06 53 55	+20 56 50	8.25	2.014	1.031	1.5	20.2	97.5
2018 Янв. 10	06 42 29	+21 53 27	8.50	2.031	1.056	5.0	123.4	30.7
Янв. 20	06 32 46	+22 44 22	8.84	2.048	1.105	10.7	115.9	12.4
Янв. 30	06 26 13	+23 27 23	9.15	2.066	1.178	15.7	25.3	99.3
Февр. 09	06 23 30	+24 02 16	9.44	2.084	1.269	19.7	159.9	29.0
Февр. 19	06 24 40	+24 29 29	9.72	2.102	1.376	22.7	79.0	15.4
Март 01	06 29 26	+24 49 24	9.97	2.120	1.493	24.8	62.5	100.0
Март 11	06 37 17	+25 02 02	10.20	2.138	1.619	26.2	170.3	27.8
Март 21	06 47 42	+25 07 00	10.41	2.157	1.750	27.0	47.3	20.2
Март 31	07 00 12	+25 03 52	10.59	2.175	1.885	27.2	92.0	99.7
Апр. 10	07 14 18	+24 52 11	10.76	2.194	2.020	27.1	147.8	26.4
Апр. 20	07 29 40	+24 31 35	10.90	2.212	2.155	26.5	18.5	27.1
Апр. 30	07 46 00	+24 01 54	11.03	2.230	2.288	25.7	116.2	99.1
11 Парфенопа D=143 км, P=13.72^h, B-V=0.837^m, A=0.19, Тип Sk, 26.I.2018								
2017 Дек. 21	09 02 31	+16 02 51	10.87	2.675	1.874	14.6	174.8	10.8
Дек. 31	08 57 31	+16 37 46	10.65	2.679	1.794	11.2	49.6	97.5

Дата (21^h UT)	α (2000.0) ч м с	δ (2000.0) ° ′ ″	V m	r а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
2018 Янв. 10	08 50 03	+17 23 35	10.42	2.683	1.737	7.1	93.1	30.7
Янв. 20	08 40 47	+18 16 02	10.14	2.686	1.707	2.6	146.1	12.4
Янв. 30	08 30 46	+19 09 30	10.10	2.689	1.707	1.9	4.4	99.3
Февр. 09	08 21 11	+19 58 39	10.39	2.692	1.736	6.4	132.7	29.0
Февр. 19	08 13 08	+20 39 32	10.64	2.694	1.792	10.5	104.2	15.4
Март 01	08 07 27	+21 10 07	10.87	2.696	1.872	14.0	39.7	100.0
Март 11	08 04 32	+21 29 59	11.08	2.697	1.971	16.9	168.3	27.8
1 Церера D=939 км, P=9.074^h, B-V=0.713^m, A=0.09, Тип C, 30.I.2018								
2017 Дек. 01	09 28 55	+23 15 28	8.03	2.593	2.054	20.6	93.7	95.0
Дек. 11	09 33 05	+23 56 54	7.84	2.589	1.934	18.9	51.2	33.6
Дек. 21	09 34 31	+24 53 55	7.64	2.584	1.827	16.6	166.1	10.8
Дек. 31	09 33 01	+26 04 53	7.42	2.580	1.736	13.6	56.5	97.5
2018 Янв. 10	09 28 35	+27 25 30	7.19	2.577	1.666	10.2	86.6	30.7
Янв. 20	09 21 32	+28 48 38	6.98	2.573	1.620	6.8	150.8	12.4
Янв. 30	09 12 40	+30 05 10	6.85	2.570	1.602	5.0	18.1	99.3
Февр. 09	09 03 07	+31 06 36	6.95	2.568	1.611	6.7	124.1	29.0
Февр. 19	08 54 15	+31 47 13	7.15	2.565	1.646	10.1	111.0	15.4
Март 01	08 47 16	+32 05 10	7.36	2.563	1.706	13.6	35.4	100.0
Март 11	08 42 59	+32 02 08	7.57	2.561	1.786	16.6	157.1	27.8
Март 21	08 41 44	+31 41 15	7.77	2.560	1.882	19.1	72.4	20.2
Март 31	08 43 32	+31 05 58	7.95	2.559	1.990	20.9	70.3	99.7
Апр. 10	08 48 07	+30 19 13	8.11	2.558	2.106	22.2	163.3	26.4
Апр. 20	08 55 07	+29 22 58	8.25	2.558	2.227	22.9	38.0	27.1
Апр. 30	09 04 08	+28 18 37	8.38	2.558	2.351	23.1	99.3	99.1
Май 10	09 14 48	+27 07 07	8.49	2.558	2.475	23.0	141.2	23.9
Май 20	09 26 47	+25 48 59	8.58	2.558	2.597	22.6	11.3	35.3
Май 30	09 39 48	+24 24 46	8.65	2.559	2.716	21.8	123.5	98.3
Июнь 09	09 53 37	+22 54 53	8.71	2.561	2.831	20.9	117.4	20.0
19 Фортуна D=200 км, P=7.443^h, B-V=0.719^m, A=0.04, Тип Ch, 01.II.2018								
2017 Дек. 11	09 28 19	+12 38 17	11.26	2.352	1.707	21.3	49.0	33.6
Дек. 21	09 28 08	+12 30 31	11.07	2.370	1.619	18.6	167.7	10.8
Дек. 31	09 24 49	+12 38 37	10.86	2.387	1.545	15.1	56.9	97.5
2018 Янв. 10	09 18 34	+13 01 56	10.64	2.405	1.491	10.9	85.5	30.7
Янв. 20	09 09 55	+13 37 45	10.39	2.423	1.460	6.2	153.7	12.4
Янв. 30	08 59 56	+14 21 03	10.09	2.440	1.456	1.4	12.0	99.3
Февр. 09	08 49 53	+15 05 52	10.33	2.458	1.481	4.1	125.1	29.0
Февр. 19	08 41 03	+15 46 44	10.66	2.475	1.533	8.8	111.4	15.4
Март 01	08 34 28	+16 19 42	10.96	2.492	1.609	12.9	32.6	100.0
Март 11	08 30 42	+16 42 45	11.23	2.509	1.707	16.2	161.6	27.8
51 Немауса D=138 км, P=7.783^h, B-V=0.789^m, A=0.11, Тип Ch, 25.II.2018								
2018 Янв. 10	10 48 29	-01 10 15	11.11	2.233	1.509	20.8	60.5	30.7
Янв. 20	10 48 09	-00 57 04	10.86	2.229	1.413	17.8	169.0	12.4
Янв. 30	10 44 56	-00 16 37	10.58	2.225	1.333	13.9	41.8	99.3
Февр. 09	10 39 08	+00 51 04	10.28	2.221	1.273	9.3	95.3	29.0
Февр. 19	10 31 27	+02 22 14	9.97	2.218	1.238	4.4	140.3	15.4
Март 01	10 23 03	+04 08 13	9.88	2.215	1.229	3.3	7.8	100.0
Март 11	10 15 15	+05 57 31	10.17	2.213	1.247	7.9	133.9	27.8
Март 21	10 09 15	+07 38 51	10.45	2.211	1.289	12.8	97.1	20.2

Дата (21^h UT)			α (2000.0) ч м с	δ (2000.0) ° ′ ″	*V* m	*r* а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
	Март	31	10 05 54	+09 03 30	10.72	2.209	1.353	17.1	45.9	99.7
	Апр.	10	10 05 34	+10 06 55	10.97	2.208	1.434	20.5	168.8	26.4
	Апр.	20	10 08 15	+10 47 42	11.20	2.207	1.529	23.2	57.3	27.1
18 Мельпомена D=140 км, P=11.57^h, B-V=0.854^m, A=0.18, Тип S, 20.III.2018										
2018	Янв.	30	12 40 03	+00 47 26	11.07	2.713	2.063	18.0	67.9	99.3
	Февр.	09	12 39 14	+01 39 11	10.90	2.724	1.962	15.5	67.2	29.0
	Февр.	19	12 35 51	+02 48 23	10.71	2.735	1.877	12.4	170.4	15.4
	Март	01	12 30 05	+04 11 29	10.52	2.744	1.815	8.8	26.4	100.0
	Март	11	12 22 26	+05 42 27	10.33	2.753	1.779	5.0	104.2	27.8
	Март	21	12 13 38	+07 13 24	10.22	2.761	1.771	2.8	126.6	20.2
	Март	31	12 04 42	+08 35 44	10.38	2.769	1.793	5.5	18.5	99.7
	Апр.	10	11 56 36	+09 42 36	10.60	2.775	1.843	9.3	143.1	26.4
	Апр.	20	11 50 08	+10 29 44	10.81	2.781	1.917	12.7	81.3	27.1
	Апр.	30	11 45 48	+10 55 47	11.01	2.785	2.013	15.6	57.9	99.1
	Май	10	11 43 50	+11 01 46	11.19	2.789	2.124	17.9	175.6	23.9
39 Лаэтиция D=180 км, P=5.138^h, B-V=0.898^m, A=0.27, Тип S, 02.V.2018										
2018	Март	21	15 19 15	-06 13 11	11.02	3.032	2.285	14.4	172.2	20.2
	Март	31	15 16 54	-05 16 26	10.83	3.026	2.184	12.0	33.2	99.7
	Апр.	10	15 12 24	-04 14 54	10.63	3.019	2.104	9.2	92.3	26.4
	Апр.	20	15 06 04	-03 12 42	10.45	3.013	2.048	6.5	131.6	27.1
	Апр.	30	14 58 31	-02 14 55	10.32	3.006	2.020	4.7	12.4	99.1
	Май	10	14 50 31	-01 26 32	10.36	2.999	2.018	5.6	130.6	23.9
	Май	20	14 42 50	-00 51 44	10.51	2.992	2.044	8.2	86.5	35.3
	Май	30	14 36 17	-00 33 11	10.68	2.984	2.095	11.1	47.7	98.3
	Июнь	09	14 31 22	-00 31 32	10.84	2.976	2.168	13.8	167.6	20.0
	Июнь	19	14 28 28	-00 46 05	11.01	2.968	2.258	16.1	45.1	43.5
	Июнь	29	14 27 42	-01 15 00	11.16	2.959	2.363	17.8	81.4	97.5
16 Психея D=253 км, P=4.196^h, B-V=0.729^m, A=0.12, Тип X, 09.V.2018										
2018	Апр.	10	15 32 58	-14 57 13	10.96	3.266	2.387	9.9	84.5	26.4
	Апр.	20	15 27 15	-14 26 41	10.77	3.259	2.311	6.9	140.2	27.1
	Апр.	30	15 20 04	-13 52 32	10.56	3.253	2.260	3.6	0.7	99.1
	Май	10	15 12 06	-13 17 23	10.38	3.246	2.238	1.3	122.4	23.9
	Май	20	15 04 04	-12 44 20	10.55	3.239	2.245	4.0	94.9	35.3
	Май	30	14 56 45	-12 16 38	10.74	3.231	2.280	7.3	38.4	98.3
	Июнь	09	14 50 46	-11 56 52	10.91	3.223	2.339	10.4	162.0	20.0
	Июнь	19	14 46 34	-11 46 47	11.07	3.215	2.421	13.0	52.1	43.5
	Июнь	29	14 44 23	-11 47 09	11.22	3.207	2.521	15.1	73.9	97.5
88 Фисба D=232 км, P=6.042^h, B-V=0.681^m, A=0.07, Тип B, 19.VII.2018										
2018	Июнь	19	20 17 12	-17 53 52	10.50	2.350	1.439	14.0	131.6	43.5
	Июнь	29	20 11 51	-17 39 14	10.24	2.343	1.376	9.9	5.5	97.5
	Июль	09	20 04 19	-17 30 52	9.96	2.337	1.334	5.4	122.9	14.9
	Июль	19	19 55 29	-17 27 00	9.68	2.333	1.317	1.4	90.1	50.3
	Июль	29	19 46 37	-17 25 34	9.92	2.328	1.325	5.0	33.8	96.3
	Авг.	08	19 38 56	-17 24 47	10.18	2.325	1.357	9.6	166.9	9.4
	Авг.	18	19 33 27	-17 23 16	10.43	2.323	1.411	13.9	50.7	55.2
	Авг.	28	19 30 49	-17 19 59	10.66	2.322	1.484	17.4	71.0	94.4
	Сент.	07	19 31 13	-17 14 01	10.88	2.321	1.573	20.3	152.1	4.9

Дата (21^h UT)			α (2000.0) ч м с	δ (2000.0) ° ′ ″	*V* m	*r* а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
115 Тира D=80 км, P=7.241^h, B-V=0.851^m, A=0.28, Тип S, 01.IX.2018										
2018	Июль	19	23 00 36	-00 31 58	11.04	2.215	1.415	20.4	137.9	50.3
	Июль	29	22 57 52	+00 37 12	10.76	2.193	1.316	17.3	19.8	96.3
	Авг.	08	22 52 06	+01 33 01	10.46	2.172	1.234	13.4	115.7	9.4
	Авг.	18	22 43 34	+02 12 48	10.16	2.151	1.172	9.2	100.9	55.2
	Авг.	28	22 33 09	+02 35 31	9.90	2.131	1.133	5.7	26.5	94.4
	Сент.	07	22 22 07	+02 42 15	9.89	2.111	1.118	6.4	157.4	4.9
	Сент.	17	22 11 58	+02 36 46	10.07	2.092	1.128	10.6	62.2	58.3
	Сент.	27	22 04 09	+02 25 15	10.29	2.073	1.159	15.2	65.9	91.7
	Окт.	07	21 59 32	+02 14 02	10.51	2.055	1.210	19.4	150.1	2.2
	Окт.	17	21 58 33	+02 08 41	10.72	2.038	1.275	22.9	30.4	60.0
	Окт.	27	22 01 10	+02 13 21	10.91	2.021	1.352	25.6	102.3	87.9
	Нояб.	06	22 07 05	+02 30 16	11.09	2.006	1.438	27.6	118.1	0.9
27 Евтерпа D=96 км, P=10.408^h, B-V=0.878^m, A=0.22, Тип S, 05.IX.2018										
2018	Июль	29	23 26 30	-05 50 26	10.92	2.475	1.638	16.4	21.4	96.3
	Авг.	08	23 23 06	-06 22 44	10.66	2.457	1.544	13.0	111.3	9.4
	Авг.	18	23 17 09	-07 10 07	10.38	2.439	1.470	8.8	106.0	55.2
	Авг.	28	23 09 06	-08 08 16	10.06	2.421	1.420	4.2	17.2	94.4
	Сент.	07	22 59 48	-09 10 40	9.82	2.402	1.395	1.4	156.6	4.9
	Сент.	17	22 50 22	-10 09 27	10.09	2.383	1.397	6.1	66.2	58.3
	Сент.	27	22 42 04	-10 57 12	10.32	2.364	1.425	10.9	59.5	91.7
	Окт.	07	22 35 52	-11 28 56	10.54	2.344	1.475	15.2	158.7	2.2
	Окт.	17	22 32 27	-11 42 07	10.74	2.325	1.544	18.8	29.8	60.0
	Окт.	27	22 32 04	-11 36 27	10.92	2.305	1.628	21.6	99.3	87.9
	Нояб.	06	22 34 39	-11 13 03	11.09	2.286	1.722	23.7	121.7	0.9
30 Урания D=93 км, P=13.686^h, B-V=0.873^m, A=0.19, Тип Sl, 18.IX.2018										
2018	Июль	29	00 03 29	+02 11 56	11.11	2.171	1.426	22.6	33.4	96.3
	Авг.	08	00 04 24	+02 35 39	10.85	2.159	1.329	19.7	98.6	9.4
	Авг.	18	00 02 20	+02 40 47	10.58	2.148	1.245	16.1	119.8	55.2
	Авг.	28	23 57 23	+02 26 52	10.29	2.137	1.180	11.6	7.8	94.4
	Сент.	07	23 50 00	+01 55 25	9.98	2.127	1.135	6.5	140.7	4.9
	Сент.	17	23 41 08	+01 10 57	9.64	2.118	1.114	1.5	82.0	58.3
	Сент.	27	23 32 07	+00 21 07	9.87	2.109	1.117	5.2	44.6	91.7
	Окт.	07	23 24 20	-00 25 30	10.15	2.101	1.144	10.6	171.2	2.2
	Окт.	17	23 18 57	-01 01 12	10.41	2.094	1.193	15.4	44.7	60.0
	Окт.	27	23 16 38	-01 20 38	10.66	2.087	1.260	19.5	85.6	87.9
	Нояб.	06	23 17 34	-01 21 37	10.89	2.081	1.342	22.7	134.7	0.9
	Нояб.	16	23 21 39	-01 03 47	11.10	2.076	1.436	25.2	15.1	61.3
63 Авзония D=116 км, P=9.298^h, B-V=0.916^m, A=0.13, Тип Sa, 07.X.2018										
2018	Авг.	28	01 14 00	+11 59 05	11.18	2.356	1.544	18.1	21.4	94.4
	Сент.	07	01 09 13	+12 08 04	10.99	2.370	1.479	14.4	118.6	4.9
	Сент.	17	01 01 48	+11 59 06	10.79	2.385	1.434	10.1	104.5	58.3
	Сент.	27	00 52 30	+11 33 39	10.59	2.399	1.412	5.5	23.7	91.7
	Окт.	07	00 42 25	+10 55 36	10.46	2.413	1.416	2.4	161.1	2.2
	Окт.	17	00 32 48	+10 11 14	10.68	2.427	1.448	5.6	66.2	60.0
	Окт.	27	00 24 51	+09 28 11	10.95	2.440	1.505	10.0	66.1	87.9
	Нояб.	06	00 19 20	+08 52 56	11.20	2.454	1.586	13.9	151.5	0.9

Дата (21^h UT)			α (2000.0) ч м с			δ (2000.0) ° ′ ″			V m	r а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
43 Ариадна D=71 км, P=5.762^h, B-V=0.863^m, A=0.23, Тип Sk, 12.X.2018														
2018	Авг.	28	01	34	33	+15	39	30	11.30	2.104	1.332	22.4	27.6	94.4
	Сент.	07	01	32	00	+15	41	19	11.09	2.124	1.269	18.6	112.1	4.9
	Сент.	17	01	26	11	+15	19	51	10.87	2.144	1.221	14.1	111.2	58.3
	Сент.	27	01	17	44	+14	35	42	10.63	2.164	1.194	9.0	18.3	91.7
	Окт.	07	01	07	45	+13	32	45	10.39	2.183	1.190	3.9	155.0	2.2
	Окт.	17	00	57	39	+12	18	47	10.44	2.203	1.212	3.7	72.6	60.0
	Окт.	27	00	48	55	+11	04	13	10.78	2.222	1.260	8.4	60.0	87.9
	Нояб.	06	00	42	34	+09	58	38	11.11	2.242	1.332	13.0	157.3	0.9
23 Талия D=108 км, P=12.312^h, B-V=0.859^m, A=0.25, Тип S, 28.X.2018														
2018	Сент.	17	02	49	59	+06	15	29	11.24	2.613	1.832	16.6	127.7	58.3
	Сент.	27	02	47	11	+05	59	02	10.99	2.588	1.722	13.7	5.3	91.7
	Окт.	07	02	41	39	+05	37	24	10.72	2.563	1.632	10.2	137.6	2.2
	Окт.	17	02	33	42	+05	13	56	10.44	2.537	1.566	6.3	92.0	60.0
	Окт.	27	02	24	04	+04	53	12	10.21	2.511	1.525	3.5	39.5	87.9
	Нояб.	06	02	13	47	+04	39	59	10.27	2.486	1.512	5.5	175.9	0.9
	Нояб.	16	02	04	07	+04	38	52	10.46	2.460	1.527	9.6	53.3	61.3
	Нояб.	26	01	56	11	+04	52	54	10.65	2.435	1.567	13.7	84.7	82.7
	Дек.	06	01	50	45	+05	23	06	10.83	2.409	1.627	17.4	138.3	0.3
	Дек.	16	01	48	17	+06	09	07	11.01	2.384	1.704	20.3	17.9	62.9
	Дек.	26	01	48	51	+07	09	19	11.16	2.358	1.794	22.5	124.8	76.7
3 Юнона D=247 км, P=7.21^h, B-V=0.824^m, A=0.21, Тип Sk, 16.XI.2018														
2018	Сент.	07	03	43	48	+08	20	53	8.72	2.038	1.474	27.8	83.9	4.9
	Сент.	17	03	54	06	+07	07	51	8.51	2.025	1.371	26.4	142.6	58.3
	Сент.	27	04	01	47	+05	36	31	8.30	2.013	1.277	24.4	23.4	91.7
	Окт.	07	04	06	27	+03	49	41	8.08	2.004	1.195	21.8	117.1	2.2
	Окт.	17	04	07	47	+01	52	46	7.86	1.996	1.127	18.7	112.9	60.0
	Окт.	27	04	05	47	-00	05	26	7.66	1.990	1.076	15.3	22.2	87.9
	Нояб.	06	04	00	52	-01	53	42	7.51	1.986	1.045	12.4	151.5	0.9
	Нояб.	16	03	53	57	-03	19	18	7.45	1.983	1.035	11.2	77.9	61.3
	Нояб.	26	03	46	25	-04	11	48	7.51	1.983	1.048	12.5	62.5	82.7
	Дек.	06	03	39	43	-04	26	04	7.66	1.985	1.081	15.3	153.6	0.3
	Дек.	16	03	35	04	-04	02	35	7.86	1.988	1.133	18.6	43.0	62.9
	Дек.	26	03	33	17	-03	06	56	8.07	1.994	1.202	21.7	102.5	76.7
2019	Янв.	05	03	34	38	-01	46	48	8.29	2.001	1.285	24.2	125.7	0.0
	Янв.	15	03	39	05	-00	09	55	8.50	2.010	1.379	26.1	16.2	65.6
	Янв.	25	03	46	24	+01	36	38	8.70	2.021	1.481	27.5	135.1	70.8
6 Геба D=185 км, P=7.275^h, B-V=0.822^m, A=0.27, Тип S, 29.XII.2018														
2018	Нояб.	06	06	53	28	+04	06	52	9.16	2.112	1.453	24.4	110.7	0.9
	Нояб.	16	06	53	37	+03	38	10	8.99	2.132	1.381	21.6	123.2	61.3
	Нояб.	26	06	50	18	+03	26	46	8.82	2.153	1.322	18.1	21.0	82.7
	Дек.	06	06	43	45	+03	37	24	8.65	2.174	1.280	14.2	144.7	0.3
	Дек.	16	06	34	41	+04	13	18	8.51	2.196	1.259	10.3	88.0	62.9
	Дек.	26	06	24	19	+05	14	06	8.44	2.218	1.262	7.9	59.0	76.7
2019	Янв.	05	06	14	06	+06	35	45	8.54	2.240	1.291	8.6	161.7	0.0
	Янв.	15	06	05	26	+08	11	33	8.77	2.263	1.347	11.7	48.2	65.6
	Янв.	25	05	59	23	+09	53	46	9.02	2.285	1.426	15.2	101.7	70.8

Согласно данным Центра малых планет (http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/CloseApp.html) в 2018 году прогнозируется сближение с Землей 541 астероида на расстояние менее 0.2 а.е., и только 22 из ныне известных астероидов приблизятся к Земле ближе 10 радиусов лунной орбиты (Табл. 2). При этом ни один из уже известных объектов не пройдет на расстоянии менее 1.0 радиуса лунной орбиты.

Таблица 2

Предстоящие в 2018 году тесные сближения астероидов с Землей (менее 10 радиусов лунной орбиты)

Номер астероида	JD	Дата	Расстояние Δ (в LD)
2015 DK200	2458186,51	9-Mar-18	5,72
2008 WG96	2458216,72	8-Apr-18	4,46
2008 GY21	2458217,70	9-Apr-18	8,15
2014 UR	2458222,78	14-Apr-18	9,24
1999 FN19	2458246,46	7-May-18	9,74
2016 JQ5	2458246,62	8-May-18	6,42
2008 TZ3	2458247,92	9-May-18	6,48
2016 HP6	2458251,02	12-May-18	2,25
2001 KB67	2458267,62	29-May-18	9,50
2015 DP155	2458280,76	11-Jun-18	8,95
2010 NY65	2458293,88	24-Jun-18	7,27
1998 SD9	2458359,81	29-Aug-18	4,21
2015 SW6	2458373,95	12-Sep-18	8,78
2015 HG182	2458402,80	11-Oct-18	4,24
2014 US7	2458409,19	17-Oct-18	3,24
2016 GC221	2458410,11	18-Oct-18	8,67
2006 TS7	2458421,00	29-Oct-18	7,51
2016 JG12	2458437,98	15-Nov-18	6,98
2008 WD14	2458448,24	25-Nov-18	5,81

Однако, пока еще сохранилась тенденция предыдущих лет, свидетельствующая, что тесных сближений с Землей еще неоткрытых астероидов будет заметно больше, в том числе и внутри лунной орбиты. Для подтверждения этого, на рис. 1 приведены данные о датах и расстояниях 692 (из 401 прогнозируемого год назад) тесных сближений астероидов с Землей в 2017 году – частично уже состоявшихся к моменту написания этого обзора, а остальные – рассчитанные наперед для уже известных астероидов. За период январь-первая половина октября 2017 года наблюдалось 93 (из 19 прогнозируемых год назад) сближения астероидов на расстояние менее 10 LD, а 8 астероидов пролетели внутри орбиты Луны. При этом,

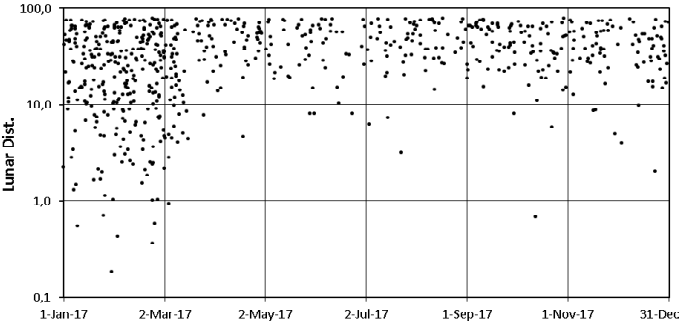


Рис. 1. Распределение расстояний в состоявшихся сближениях астероидов с Землей в 2017 году (LunarDist – расстояние от Земли до Луны)

Таблица 3

Статистика тесных сближений астероидов с Землей за последний год:
с 1 ноября 2016 по 10 октября 2017 года

H – абс. зв. величина, *m*	*D* – мин. диаметр, *м* (при A=0.25)	*D* – макс. диаметр, *м* (при A=0.05)	Число тесных сближений *N* (на $\Delta < 0.2$ а.е.)
ярче 16	> 1700	>3800	8
16÷18	670	3800	19
18÷20	270	1500	74
20÷22	110	590	218
22÷24	40	240	432
24÷26	17	95	596
Всего			**1347**

заранее было известно о семи из них. Отсюда продолжаем констатировать, что даже при нынешнем значительном темпе открытия новых АСЗ (астероидов, сближающихся с Землей), предсказанными сближениями пока остаются далеко не все. То есть, большинство малых астероидов среди АСЗ остаются еще не открытыми. Конечно, по мере совершенствования техники и методов наблюдений открываются в среднем всё более слабые по блеску и, значит, малые астероиды. В табл. 3 приведена статистика относительно размеров астероидов в тесных сближениях на интервале последнего года (http://neo.jpl.nasa.gov/).

Как видим, из 1347 состоявшихся за последний год сближений астероидов на расстояние меньше 0.2 а.е. (http://neo.jpl.nasa.gov/cgi-bin/neo_ca), в 596 случаях размер астероида составлял от 17 (при альбедо A ~ 0.25) до 95 метров (если его поверхность достаточно тёмная, т.е. альбедо A ~ 0.05), в 432 случаях – от 40 до 240 м, в 218 случаях – от 110 до 590 м, в 74 случаях – от 270 до 1500 м, и только в 19 случаях астероид был точно больше 670 м и мог быть размером до 3.8 км, а в 8 случаях астероид точно превышал 1.7 км, но мог превысить и 3.8 км!

На рис. 2 представлены данные таблицы 3 по тесным сближениям с Землей астероидов разных размеров в течение последнего года (ноябрь 2016 – октябрь 2017). Общая тенденция очевидна – чем меньше размер астероидов, тем чаще такие тела опасно приближаются к Земле, двигаясь по своим орбитам. В логарифмическом масштабе эта тенденция почти "линейна" до размеров тел больше 40-240 м. Однако, завал этой зависимости в области более мелких астероидов всё еще значимый и говорит о том, что многие мелкие астероиды остаются пока не обнаруженными при своём пролете вблизи Земли – в противном случае кривые "распрямились" бы вправо до значительно большего числа сближений.

На сайте NEO Discovery Statistics декларируется, что более чем 90% околоземных объектов диаметром больше, чем один км уже обнаружено. Нынешняя цель программы направлена на поиск 90% АСЗ диаметром больше чем 140 метров.

Карликовые планеты

В Солнечной системе существует восемь больших планет. В настоящее время пять объектов классифицированы МАС как карликовые планеты: Церера, Плутон, Эрида, Хаумеа и Макемаке. Все другие объекты в Солнечной системе, которые движутся по орбитам вокруг Солнца, должны в целом называться «Малыми телами Солнечной системы».

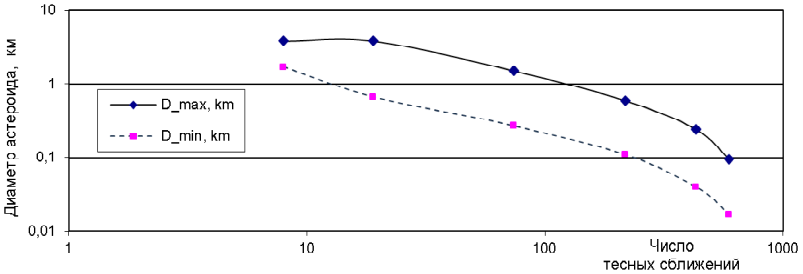


Рис. 2. Статистика тесных сближений с Землей на расстояние < 0.2 а.е. астероидов разных размеров в течение последнего года (ноябрь 2016 – октябрь 2017)

Однако, астроном Калифорнийского технического института Майк Браун (которого называют “убийцей Плутона” как большой планеты) считает, что дополнительные шесть транс-нептуновых объектов должны быть “почти наверняка” карликовыми планетами с диаметром около 900 километров. Эти объекты: Квавар (Quaoar) – открыт 5 июня 2002 года; 2002 MS4 – 18 июня 2002; Седна (Sedna) – 14 ноября 2003; Оркус (Orcus) – 17 февраля 2004; Салация (Salacia) – 22 сентября 2004; 2007 OR10 – 17 июля 2007 года. По мнению других ученых, еще пять ТНО – Varuna, Ixion, 2003 AZ84, 2004 GV9 и 2002 AW197, также являются карликовыми планетами. По разным оценкам, около 200 карликовых планет может существовать в поясе Койпера и более 2000 за его пределами.

Таблица 4

		Церера	**Плутон**	**Хаумеа**	**Макемаке**	**Эрида**
Среднее расстояние от Солнца	км а.е.	413.7 млн 2.766	5906 млн 39.482	6484 млн 43.335	6850 млн 45.792	10210 млн 67.668
Средний диаметр	км D_E	946 0.0738	2380 0.180	1500 0.12	1430 0.12	2326 0.19
Масса	кг M_E	9.4×10^{20} 0.00016	1.3×10^{22} 0.0022	$4.0\pm0.05\times10^{21}$ 0.0007	4×10^{21} 0.0007	1.67×10^{22} 0.0028
Плотность	г/см^3	2.17	1.87	1.76–3.3	>1.4	2.5
Ускорение на экваторе	м/с^2	0.29	0.58	0.44	0.5	~0.8
Скорость убегания	км/с	0.51	1.2	0.84	0.8	1.3
Период вращения	сут.	0.3781	6.387*	0.167	0.32	~1
Орбит.период	годы	4.599	248.09	283.3	309.9	557
Ср.орбит.скорость	км/с	17.9	4.67	4.5	4.42	3.44
Эксцентриситет орб.		0.080	0.249	0.195	0.159	0.44177
Наклонение	град.	10.587	17.14	28.22	28.96	44.187
Ср.температура поверхности	K	167	44	32±3	30	42
Состав атмосферы		H_2O, O_2	N_2, CH_4		N_2, CH_4	N_2, CH_4
Число известных спутников		-	5	2	1	1

*D_E, M_E – диаметр и масса Земли; * – обратное вращение*

ПРОХОЖДЕНИЕ КОМЕТ ЧЕРЕЗ ПЕРИГЕЛИЙ

В 2018 голу ожидается прохождение через перигелий 75 комет: 64 короткопериодических (5 – утерянных, 17 – лишь второй раз будут проходить перигелий, 42 – "старых") и 11 долгопериодических. Две кометы возможно (информацию о них см. ниже) будут видны невооружённым глазом, но часто кометы ведут себя не так, как ожидалось, и могут преподносить сюрпризы. В таблице 1 приведены кометы, прохождение которых через перигелий ожидается в 2018 году.

В таблицах и в тексте приняты следующие обозначения: m_m – интегральный блеск головы кометы (в звездных величинах), причем $m_m = H_y + 5\lg\Delta + 2.5k\cdot\lg r$, где Δ – геоцентрическое расстояние в а.е.; r – гелиоцентрическое расстояние в а.е.; H_y – абсолютная интегральная величина кометы в звездных величинах на расстоянии 1 а.е. от Солнца и Земли; k – параметр, который характеризует закон изменения блеска в зависимости от расстояния кометы до Солнца; T – момент прохождения кометой перигелия; q – перигелийное расстояние в а.е., P – период обращения вокруг Солнца, годы; N – число появлений кометы; α, δ – экваториальные координаты (прямое восхождение и склонение соответственно), отнесенные к равноденствию J2000.0; E – элонгация, то есть видимое угловое расстояние кометы от Солнца на небосводе, град; β – угол фазы, град. Обозначения около названия кометы: P – периодическая, C – непериодическая комета, D – комета, которая разрушилась и может иметь несколько фрагментов, или потерянная комета.

Комета называется в честь первооткрывателя (независимых первооткрывателей может быть несколько) или проекта, в рамках которого она открыта. Ниже список таких проектов.

СПЕЙСВОТЧ – проект университета Аризоны, целью которого является поиск и открытие малых тел Солнечной системы. Проект был основан в 1980 году профессором Томом Грелсом в Китт-Пикской обсерватории, а сейчас его возглавляет доктор Роберт Макмиллан.

КАТАЛИНА – астрономический обзор, основной задачей которого является выявление 90% околоземных астероидов размером более 140 метров (программа финансируется Конгрессом США). Руководитель обзора – Эд Бешор.

ОДАС – проект для поиска небольших тел Солнечной системы на околоземных орбитах в конце 1990-х годов. Этот европейский научный проект был результатом сотрудничества между Французской Обсерваторией Лазурного Берега (ОСА) и Германским Аэрокосмическим Центром (DLR). В течение 1996-1999 годов была открыта одна комета и более 1000 малых планет.

АТЛАС – астрономическая система съемки для обнаружения околоземных объектов за несколько недель (дней) до их сближения с Землей.

ВАЙЗ – широкоугольный инфракрасный космический телескоп, главной задачей которого является полный обзор неба в четырех ИК-диапазонах.

ЛИНЕАР – совместный проект НАСА, Военно-воздушных сил США и Лаборатории имени Линкольна Массачусетского технологического института по наблюдению околоземных астероидов.

ЛОНЕОС – проект обсерватории Ловелла, который был создан для поиска околоземных астероидов и комет.

НЕАТ – совместная программа НАСА и Лаборатории реактивного движения по наблюдению за околоземными астероидами.

ПАНСТАРРС – реализуемая автоматическая система из 4 телескопов, которая видит объекты до 24-й звёздной величины, что позволит обнаруживать 99% пересекающих земную орбиту астероидов диаметром свыше 300 м.

Наиболее благоприятные условия для наблюдения комет – в противостоянии, при $E \approx 180^o$. При $E \approx 0^o$ комета пребывает в соединении с Солнцем, и ее наблюдения невозможны.

Таблица 1

Кометы, которые проходят перигелий в 2018 году

Комета	*T*	*q*	*P* годы	*N*	H_y m	*k*	m_m	Дата открытия/ звездная величина/ Открыватель
1. C/2017 K6 (Жак)	Январь 3.1	2.00			11.0	10.0	15	29.05.2017/17.5^m/ Кристовао Жак
2. C/2017 K4 (АТЛАС)	Январь 15.6	2.55			10.0	10.0	17	26.05.2017/17^m/ АТЛАС
3. P/1998 VS24 ЛИНЕАР	Январь 17	3.4	9.56	2	11.3	10.0	18	10.11.1998/18.5^m/ ЛИНЕАР
4. 130P/Макнота-Хьюза	Январь 21.8	1.82	6.22	4	12.5	10.0	17	30.09.1990/16.6^m/ Роберт Макнот, Шаун Хьюз
5. (3200) Фаэтон	Январь 25	0.14	1.43	24	14.6*		13	11.10.1983/ Симон Грин, Джон Девис
6. C/2016 Q4 (Ковальского)	Январь 26.6	7.09			7.0	10.0	19	30.08.2016/18.7^m/ Ричард Ковальский
7. 74P/Смирновой-Черных	Январь 26.7	3.54	8.48	6	5.0	15.0	15	4.03.1975/15^m/ Тамара Смирнова, Николай Черных
8. 185P/Петрю	Январь 27.7	0.93	5.46	3	10.7	19.6	11	18.08.2001/11^m/ В. Петрю
9. 197P/ЛИНЕАР	Январь 28.8	1.06	4.85	3	16.5	5.0	18	23.05.2003/18.4^m/ ЛИНЕАР
10. 350P/Макнота	Январь 29.3	3.75	8.33	2	14.0	10.0	22	12.05.2010/19.1^m/ Роберт Макнот
11. 250P/Ларсона	Февраль 1.5	2.21	7.21	3	14.5	10.0	18	10.01.2011/19^m/ Стивен Ларсон
12. D/1894 F1 (Деннинга)	Февраль 4.0	1.66	9.81	1				26.03.1894/11-12^m/ Вильям Фредерик Деннинг
13. 245P/ВАЙЗ	Февраль 8.0	2.16	8.06	2	14.0	10.0	19	2.06.2010/ВАЙЗ
14. C/2015 O1 (ПАНСТАРРС)	Февраль 19.1	3.73			6.5	10.0	15	15.03.2015/19.6^m/ ПАНСТАРРС
15. 3D/Биэлы	Февраль 23.3	0.80	6.57	6				27.02.1826/8.5^m/ Вильгельм фон Биела
16. P/2006 F1 (Ковальского)	Март 14	4.1	10.1	1	8.5	10	18	21.03.2006/18.8^m/ Ричард Ковальский
17. 235P/ЛИНЕАР	Март 17.5	2.73	7.97	2	12.0	10.0	18	16.03.2002/18.5^m/ ЛИНЕАР
18. P/2011 VJ5 (Леммон)	Март 22	1.5	6.27	1	17.0	10.0	18	31.11.2011/20.2^m/ Ричард Ковальский
19. C/2017 K1 (ПАНСТАРРС)	Март 26.1	7.26			7.0	10.0	20	21.05.2017/18^m/ ПАНСТАРРС
20. P/2012 T1 ПАНСТАРРС	Апрель 11	2.4	5.6	3	15	10	20	06.10.2012/20.7^m/ ПАНСТАРРС
21. 169P/НЕАТ	Апрель 29.6	0.60	4.20	6	16.0	5.0	16	15.03.202/19.8^m/ НЕАТ
22. C/2015 XY1 (Леммон)	Апрель 29.9	7.93			5.5	10.0	19	4.12.2015/20.4^m/ Дж. А. Джонсон
23. 37P/Форбса	Май 4.1	1.61	6.43	11	9.5	10.0	12	1.08.1929/11^m/ Александр Форбс
24. 3552 Дон Кихот	Май 7	1.21	8.79	4	12.9*		16	26.09.1983/Пауль Вильд
25. 143P/Коваля-Мркоса	Май 7.3	2.53	8.91	3	14.0	5.0	17	23.04.1984/15^m/ Чарльз Коваль, Антонин Мркос

Комета	T	q	P годы	N	H_y m	k	m_m	Дата открытия/ звездная величина/ Открыватель
26. 253P/ ПАНСТАРРС	Май 7.7	2.04	6.46	3	14.5	10.0	20	4.09.2011/19^m/ ПАНСТАРРС
27. C/2016 R2 (ПАНСТАРРС)	Май 9.6	2.60			3.0	10.0	11	7.09.2016/19.1^m/ ПАНСТАРРС
28. 240P/NEAT	Май 16.2	2.13	7.62	2	12.0	10.0	18	7.12.2002/18.4^m/ NEAT
29. 66P/дю Туа	Май 19.1	1.29	14.9	3	12.0	9.5	13	16.05.1944 /10^m/ Даниэль дю Туа
30. 159P/ЛОНЕОС	Май 22.8	3.63	14.2	2	10.0	10.0	18	16.10.2001/18.8^m/ ЛОНЕОС
31. 107P/Уилсона -Харрингтона	Май 23.5	0.97	4.26	10	15.0	5.0	16	08.10.1949/16^m/ Альберт Уилсон, Роберт Харрингтон
32. 187P/ЛИНЕАР	Май 26.6	3.88	9.86	2	9.0	10.0	17	12.05.1999/19^m/ ЛИНЕАР
33. P/2008 T4 Хилла	Май 29	2.53	9.38	1	12.5	10	18	08.10.2008/17.9^m/ Рик Хилл
34. 164P/Кристен-сена	Май 31.4	1.69	7.01	3	11.0	10.0	15	21.12.2004/16.5^m/ Эрик Кристенсен
35. P/2001 T3 (NEAT)	Июнь 11	2.48	16.61	1	3.5	30.0	18	14.10.2001/18.4^m/ NEAT
36. 64P/Свифта-Герельса	Июнь 14.4	1.38	9.34	6	9.0	20.0	13	17.11.1889/19^m/ Льюис Свифт Том Герельс
37. P/2002 EJ57 (ЛИНЕАР)	Июнь 18	2.62	16.5	1	12.5	10	18	13.03.2002/18.5^m/ ЛИНЕАР
38. P/2011 CR42 (КАТАЛИНА)	Июнь 22.6	2.52	6.58	1	13.0	5.0	16	10.02.2011/17.6^m/ А. Боаттини
39. P/2013 CU129 (ПАНСТАРРС)	Июнь 24.3	0.80	4.88	1	15.2	10.0	11	13.02.2013/21^m/ ПАНСТАРРС
40. C/2017 M5 (TOTAC)	Июнь 25	6.0			6.5	10.0	18	23.06.2017/18.6^m/ TOTAC
41. D/1895 Q1 Свифта	Июнь 28.0	1.39	7.18	1				21.08.1895/13^m/ Льюис Свифт
42. 82P/Герельса	Июнь 28.6	3.63	8.43	5	7.5	15.0	18	27.10.1975/17^m/ Том Герельс
43. 49P/Аренда-Риго	Июль 15.5	1.43	6.74	10	9.6	10.0	13	5.02.1951 /11^m/ Сильвайн Аренд, Фернанд Риго
44. C/2016 N6 (ПАНСТАРРС)	Июль 18.2	2.67			7.0	10.0	14	14.07.2016/20.7^m/ ПАНСТАРРС
45. P/2005 JN СПЕЙСВОТЧ	Июль 22	2.27	6.54	2	14.0	10.0	18	3.05.2005/20.4^m/ СПЕЙСВОТЧ
46. 267P/ЛОНЕОС	Июль 22.3	1.24	5.76	2	19.5	10.0	20	29.08.2006/18.2^m/ ЛОНЕОС
47. P/2007 T2 Ковальского	Июль 23	0.66	5.43	2	18.7	15.0	15	09.10.2007/16.9^m/ Ричард Ковальский
48. C/2016 M1 (ПАНСТАРРС)	Август 10.2	2.21			5.0	10.0	9	22.06.2016/19.7^m/ ПАНСТАРРС
49. 105P/Сингер Брюстера	Август 10.3	2.04	6.46	5	12.5	15.0	18	03.05.1986/15^m/ Стефан Сингер Брюстер
50. 48P/Джонсона	Август 12.2	2.00	6.54	10	5.6	15.0	10	15.08.1949/13.8^m/ Эрнест Джонсон
51. 243P/NEAT	Август 26.0	2.45	7.50	2	12.5	10.0	17	24.09.2003/18^m/ NEAT
52. 125P/СПЕЙС-ВОТЧ	Август 28.0	1.52	5.52	5	15.5	10.0	19	08.09.1991/21^m/ Том Джерельс (СПЕЙСВОТЧ)

Комета	*T*	*q*	*P* годы	*N*	H_y m	*k*	m_m	Дата открытия/ звездная величина/ Открыватель
53. 21P/Джакобини-Циннера	Сент. 10.3	1.01	6.54	15	5.4	30.8	4	20.12.1900/8.8^m/ Микель Джакобини, Эрнст Циннер
54. 79P/дю Туа-Хартли	Сент. 13.3	1.12	5.05	6	14.0	15.0	16	09.04.1945/10^m/ Даниэль дю Туа, Малкольм Хартли
55. P/2005 R1 НЕАТ	Сент. 14	2.05	12.91	1	13.5	10	16.5	02.09.2005/18^m/ НЕАТ
56. 59P/Кирнса-Гуи	Сент. 16.8	2.36	9.53	6	7.5	20.0	16	17.08.1963/12^m/ Чарльз Кирнс, Кьем Гуи
57. 133P/Эльста-Писарро	Сент. 20.8	2.66	5.62	5	12.0	10.0	17	14.07.1996/18.3^m/ Эрик Вальтер Эльст, Гидо Писарро
58. 26P/Григга-Скьеллерупа	Октябрь 1.8	1.08	5.23	20	12.0	40.0	15	23.07.1902/9^m/ Джон Григг, Джон Скьеллеруп
59. 3D/Биэла - А	Октябрь 3.6	0.81	6.60	2				13.01.1846/7^m/ Мэтью Фонтейн Мори
60. P/2001 R6 (ЛИНЕАР -Скиффа)	Октябрь 4.2	2.19	8.55	1	13.0	10.0	17	11.09.2001/17^m/ ЛИНЕАР, Б.А. Скифф
61. P/2011 V1 Боаттини	Октябрь 11.8	1.7	7.53	1	15.5	10.0	19	1.11.2011/19.2^m/ Андреа Боаттини
62. D/1886 K1 (Брукса 1)	Октябрь 11.8	1.88	6.69	1				23.05.1886/8.5^m/ Вильям Роберт Брукс
63. P/2005 J1 (Макнота)	Октябрь 12	1.53	6.74	2	20.0	15.7	15	3.05.2005/17.6^m/ Роберт Макнот
64. P/2010 A1 (Хилла)	Октябрь 14	1.95	9.15	1	13.5	10.0	16	6.01.2010/17.6^m/ Рик Хилл
65. P/2008 O2 (Макнота)	Октябрь 19	3.8	9.53	1	9.0	10.0	17	28.07.2008/17.7^m/ Роберт Макнот
66. 300P/ КАТАЛИНА	Ноябрь 2.1	0.83	4.44	3	17.5	10.0	17	6.05.2005/16.7^m/ КАТАЛИНА
67. 64P/Свифта-Герельса	Ноябрь 3.8	1.95	9.23	14	9.5	15.0	10	17.11.1889/ Льюис Свифт
68. 38P/Стефана-Отерма	Ноябрь 11.0	1.59	38.0	3	3.5	30.0	9	22.01.1867/ Жером Эжен Коджа
69. 247P/ЛИНЕАР	Декабрь 2.1	1.49	7.91	2	17.5	5.0	18	5.11.2002/18.8^m/ ЛИНЕАР
70. P/2013 R3 (КАТАЛИНА-ПАНСТАРРС)	Декабрь 6.4	2.20	5.28	1	14.0	10.0	18	15.09.2013/18^m, 20.5^m/КАТАЛИНА, ПАНСТАРРС
71. 60P/Цзыцзинь-шань	Декабрь 11.2	1.62	6.58	8	10.5	15.0	14	11.01.1965/15^m/ обсерватория Цзыцзиньшань
72. 46P/Виртанена	Декабрь 13.0	1.06	5.44	11	8.2	15.9	3-5	17.01.1948/16^m/ Карл Виртанен
73. 137P/Шумей-керов-Леви	Декабрь 13.4	1.93	9.61	3	14.5	10.0	18	25.10.1990/17^m/ Каролина и Юджин Шумей-керы, Дэвид Леви
74. 198P/ОДАС	Декабрь 13.9	2.01	6.84	3	10.5	15.0	15	15.12.1998/18.3^m/ ОДАС
75. P/2006 D1 (Хилла)	Декабрь 21	1.89	13.1	1	15.0	10.0	16	22.02.2006/20.3^m/ Рик Хилл

* *Абсолютная звездная величина*

Две кометы в 2018 году возможно будут видны невооруженным глазом:

Комета 21P/Джакобини-Циннера была обнаружена 20 декабря 1900 года в созвездии Водолея Майклом Джакобини. Спустя 13 лет 23 октября ее снова обнаружил Эрнст Циннер из Германии около β Щита. Комета терялась несколько раз. Возвращение в 2012 году было пятнадцатым. Существует вероятность, что объект будет виден невооруженным глазом к концу августа и оставаться видимым невооруженным глазом в течение сентября. Комета Джакобини-Циннера имеет диаметр ядра 6 км и период обращения вокруг Солнца составляет 6.52 года. С кометой связан метеорный поток "Драконид", наблюдаемый в начале октябре.

Комета 46P/Виртанена принадлежит к семейству Юпитера и имеет период в 5.4 года. Комету открыл американский астроном Карл Виртанен в 1948 году. Он сфотографировал ее в Ликской обсерватории. Именно к этой комете планировалась миссия ROSETTA, но из-за технических неполадок миссию сначала отложили, а вскоре направили к комете 67P/Чурюмова-Герасименко. В декабре 2018 года комета приблизится к Земле на расстоянии 11.5 млн. км. В это время на темном ясном небе ее можно будет увидеть невооруженным глазом. Известно, что у 46P маленькое ядро (диаметр оценивается в 1.2 км), но при этом она известна как "гиперактивная" комета.

Таблица 2

Эфемериды комет, имеющих в максимуме блеск ярче $m_m \sim 11^m$

Дата	α (2000.0) δ	Δ	r	E	β	m_m	Видимость*		
	ч м с ° ′ ″	а. е.	а. е.	°			В	Н	У
C/2016 M1 (ПАНСТАРРС)									
2018-Jan-15	18 31 22.87 +06 11 03.8	3.20	3.98	32.9	9.6	14.4	○	○	●
2018-Feb-15	19 01 13.34 +02 37 35.3	2.97	3.58	45.3	13.7	14.0	○	○	●
2018-Mar-15	19 24 25.26 -00 25 09.6	2.77	3.07	63.5	18.7	13.4	○	○	●
2018-Apr-15	19 40 43.43 -05 14 12.9	2.58	2.40	88.6	22.8	12.6	○	●	●
2018-May-15	19 36 19.65 -14 45 17.7	2.43	1.75	120.2	21.1	11.7	○	●	●
2018-Jun-15	18 41 43.73 -34 47 48.3	2.30	1.32	161.0	8.3	10.9	●	●	●
2018-Jul-15	16 32 33.84 -52 57 48.2	2.23	1.41	133.1	19.4	10.9	●	●	○
48P/Джонсона									
2018-May-21	21 37 11.66 -15 04 51.2	1.71	2.11	98.0	28.4	12.5	○	○	●
2018-Jun-20	22 17 55.84 -15 33 03.5	1.37	2.05	117.6	26.1	11.9	○	●	●
2018-Jul-20	22 41 04.97 -19 04 10.1	1.12	2.01	141.3	18.4	11.3	○	●	●
2018-Aug-19	22 40 29.34 -25 00 17.1	1.01	2.01	163.4	8.3	11.1	●	●	●
2018-Sep-18	22 29 08.75 -28 41 02.6	1.10	2.03	148.4	15.1	11.3	●	●	●
2018-Oct-18	22 33 51.83 -27 20 06.9	1.35	2.07	123.7	23.6	11.9	●	●	○
2018-Nov-17	23 00 13.78 -22 35 34.3	1.70	2.14	102.6	26.8	12.6	●	●	○
21P/Джакобини-Циннера									
2018-May-21	20 11 53.60 +27 36 52.9	1.29	1.78	100.7	33.9	12.8	●	●	●
2018-Jun-20	21 03 15.09 +43 48 43.2	0.95	1.51	99.9	41.6	11.1	●	●	●
2018-Jul-20	22 37 09.81 +60 36 04.2	0.69	1.25	92.4	54.3	9.1	●	●	●
2018-Aug-19	03 11 28.32 +62 52 28.8	0.47	1.06	83.0	71.1	7.2	●	●	●
2018-Sep-18	06 18 04.12 +19 58 22.1	0.40	1.02	80.5	76.7	6.6	○	●	●
2018-Oct-18	07 17 04.39 -18 15 17.1	0.56	1.15	90.1	60.5	8.1	○	●	●
2018-Nov-17	07 21 12.82 -35 27 33.5	0.77	1.38	102.5	44.5	10.0	○	●	●
2018-Dec-17	06 44 27.77 -39 31 22.2	0.97	1.65	115.2	32.7	11.7	○	●	●

Дата	α (2000.0) δ		Δ	r	E	β	m_1	Видимость*		
	ч м с	° ′ ″	а. е.	а. е.	°			В	Н	У
64P/Свифта-Герельса										
2018-Jul-20	23 40 16.11	+05 40 28.1	1.14	1.86	119.0	28.5	12.9	○	●	●
2018-Aug-19	00 09 06.36	+15 34 20.4	0.78	1.66	135.7	25.2	11.3	●	●	●
2018-Sep-18	00 25 10.29	+27 00 31.5	0.55	1.50	149.0	20.2	9.8	●	●	●
2018-Oct-18	00 35 47.02	+35 33 59.6	0.45	1.41	151.1	20.0	8.8	●	●	●
2018-Nov-17	01 13 09.41	+36 20 08.0	0.47	1.40	145.7	23.4	8.9	●	●	●
2018-Dec-17	02 21 02.67	+32 05 14.9	0.61	1.49	136.1	27.3	10.4	●	●	○
38P/Стефана-Отерма										
2018-Aug-01	03 33 07.18	+02 52 44.4	1.99	2.02	77.3	29.3	12.1	○	●	●
2018-Aug-15	04 04 00.78	+04 52 14.7	1.78	1.93	82.3	31.4	11.5	○	●	●
2018-Sep-01	04 43 14.91	+07 17 06.0	1.55	1.82	88.0	33.7	10.8	○	●	●
2018-Oct-01	05 55 56.23	+11 56 52.0	1.20	1.67	98.4	36.4	9.7	○	●	●
2018-Nov-01	07 10 25.66	+18 37 21.8	0.93	1.59	111.5	35.4	8.9	○	●	●
2018-Dec-01	08 09 03.99	+28 34 58.8	0.79	1.61	129.7	28.2	8.6	●	●	●
2018-Dec-15	08 26 15.11	+34 14 32.6	0.77	1.65	139.8	22.7	8.7	●	●	●
2018-Dec-31	08 35 05.24	+40 26 14.3	0.78	1.71	150.1	16.7	9.0	●	●	●
46P/Виртанена										
2018-Sep-15	01 44 08.59	-21 36 46.5	0.62	1.55	142.6	23.2	11.4	○	○	●
2018-Oct-15	01 57 15.40	-30 12 52.4	0.38	1.31	140.4	29.0	9.3	○	●	●
2018-Nov-15	02 05 11.44	-31 37 30.8	0.20	1.12	126.9	44.9	7.0	●	●	○
2018-Dec-09	03 04 59.00	-03 36 31.4	0.09	1.06	141.2	35.7	5.0	●	●	●
2018-Dec-10	03 10 34.62	-00 44 26.3	0.09	1.06	143.3	33.9	4.9	●	●	●
2018-Dec-11	03 16 35.62	+02 19 37.8	0.08	1.06	145.6	31.8	4.8	●	●	●
2018-Dec-12	03 23 03.64	+05 35 04.0	0.08	1.06	147.9	29.7	4.8	●	●	●
2018-Dec-13	03 30 00.25	+09 00 44.2	0.08	1.06	150.3	27.5	4.7	●	●	●
2018-Dec-14	03 37 26.98	+12 34 56.0	0.08	1.06	152.7	25.4	4.7	●	●	●
2018-Dec-15	03 45 25.19	+16 15 22.4	0.08	1.06	154.9	23.3	4.7	●	●	●
2018-Dec-16	03 53 56.03	+19 59 15.9	0.08	1.06	156.9	21.5	4.7	●	●	●
2018-Dec-17	04 03 00.33	+23 43 27.0	0.08	1.06	158.5	20.0	4.7	●	●	●
2018-Dec-18	04 12 38.44	+27 24 36.0	0.08	1.06	159.6	18.9	4.7	●	●	●
2018-Dec-19	04 22 50.19	+30 59 27.5	0.08	1.06	160.1	18.5	4.7	●	●	●
2018-Dec-20	04 33 34.69	+34 25 03.0	0.08	1.06	160.0	18.5	4.8	●	●	●
2018-Dec-21	04 44 50.24	+37 38 52.7	0.08	1.06	159.4	19.1	4.8	●	●	●
2018-Dec-22	04 56 34.23	+40 39 02.1	0.08	1.06	158.3	20.0	4.9	●	●	●
2018-Dec-23	05 08 43.11	+43 24 14.0	0.09	1.06	157.1	21.1	4.9	●	●	●
2018-Dec-24	05 21 12.37	+45 53 48.0	0.09	1.07	155.6	22.4	5.0	●	●	●
2018-Dec-31	06 49 46.82	+56 35 11.7	0.12	1.08	146.5	30.1	5.7	●	●	●

* В – вечером после захода Солнца; Н – полночь; У – под утро.

● – видно; ○ – не видно

МЕТЕОРНОЕ ВЕЩЕСТВО И ЕГО СЛЕДЫ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Метеороидом или метеорным телом называют малое космическое тело, которое входит в атмосферу нашей планеты и образует явление метеора или болида (болид – метеор, который ярче третьей (отрицательной) звездной величины). Некоторые малые космические тела, дающие эффект очень яркого болида, не "сгорают" в атмосфере Земли, они дают мощные вспышки (взрывы) и могут либо разрушиться в атмосфере, либо выпасть на поверхность Земли в виде метеорита разного типа – каменного, железного, либо смешанного состава. Падение "небесных камней" известны с глубокой древности и описаны в религиозных книгах и летописях. Их падения могут быть мало заметными (небольшие метеориты), либо вызвать большие явления (миф о Фаэтоне), а иногда и оставить следы на поверхности Земли в виде больших кратеров-астроблем.

Тепловые взрывы в атмосфере создают монолитные тела, массы которых, в зависимости от скорости этих тел, не превышают ~ 400-800 тонн. Более массивные тела проходят атмосферу практически без потери массы и скорости и взрываются не в атмосфере, а на поверхности Земли, образуя взрывные кратеры. К таким, например, относится известный Аризонский кратер, диаметр которого 1200 м, а глубина 175 м. Он образован от падения железной глыбы массой ~ 1 млн тонн от 5 тыс. лет до 50 тыс. лет назад. Кратер назван Barringer в честь американского исследователя Даниэла Барринджера, который в 1905 году обосновал предположение о его космическом происхождении, хотя научное признание существования земных кратеров космического происхождения произошло позже, в конце 20-х – начале 30-х годов XX века (кратер также называют Canyon Diablo – Каньон дьявола).

Разрушение космических тел в земной атмосфере на высоте максимального торможения в первую очередь определяется большими нагрузками от действия массовых сил инерции. Такая нагрузка зависит от величины максимального торможения. Если принять, что скорость входа тела в атмосферу составляет 20 км/с, а зенитный угол входа 45°, то массовые силы инерции (на единицу массы тела) в единицах ускорения свободного падения, превышают ускорение свободного падения примерно в 780 раз. Во столько же раз увеличивается и масса тела в собственной системе координат. Приведем пример. Тренированный человек – космонавт, находящийся в космическом аппарате при спуске в атмосфере Земли, может выдержать перегрузки 8-9 ускорений свободного падения (говорят: 8-9 "же"), а здесь имеем в 100 раз больше. Во столько же раз увеличивается вес тела в собственной системе координат. Под действием этих сил метеороид деформируется и разрушается, потому что такие нагрузки больше пределов прочности, например каменных тел на сжатие, растяжение и сдвиг. Отдельные, наиболее прочные фрагменты метеороида, долетают до земной поверхности. Вспышка блеска происходит на небольшом интервале высот (50-100 м), значительно меньшей высоты однородной атмосферы. Поэтому взрыв можно считать точечным и применять известную теорию взрыва в среде с экспоненциально-переменной плотностью (теорию Компанейця-Зельдовича). Согласно этой теории, скорость распространения взрывной волны в неоднородной атмосфере

зависит от направления распространения: при перемещении вниз, в направлении наивысшего возможного увеличения плотности атмосферы, взрывная волна замедляется и максимально уменьшает энергию; при перемещении вертикально вверх, в направлении максимального уменьшения плотности атмосферы, взрывная волна ускоряется и за ограниченное время "прорывает" атмосферу. Взрывная волна распространяется вниз на расстояние не более 2-х высот однородной атмосферы (примерно 15 км), в перпендикулярном направлении на высоте взрыва – на расстояние примерно 3.5 высот однородной атмосферы. Далее распространяется упругая или звуковая волна. Таким образом, если тепловой взрыв метеороида произошел на высоте большей 15-20 км, то к поверхности Земли взрывная волна не дойдет. Поэтому, наверное, и сверхзвуковые лайнеры летают преимущественно на высотах, которые не менее 15 км.

Период между падениями на Землю таких тел (по массе), как Тунгусское или Аризонское (массы их примерно одинаковы и равны ~ 1 млн тонн) составляет 1300 лет. Считается, что такие тела, попадая в атмосферу, создают региональные катастрофы. Космические тела, диаметр которых более 0.5 км (средний период между их падениями больше 80 тыс. лет), наиболее опасные для земной цивилизации, ибо способны привести к глобальным катастрофам. Так, при столкновении космического тела диаметром 1 км (средний период между их падениями ~ 0.5 млн. лет) со скоростью 20 км/с выделится – при взрыве на поверхности Земли – энергия около 10^5 мегатонн ТНТ (тринитротолуола), что соответствует 5 млн. бомб, таких, как сброшенная на Хиросиму. Такое явление способно вызвать глобальные катастрофические изменения климата, флоры и фауны на нашей планете. Масса вещества, которая будет выброшена в атмосферу, в 1000 раз превысит массу упавшего тела. Это может привести к эффекту ядерной зимы: земная пыль, которая поднимется в атмосферу, надолго зависнет в ней и будет поглощать солнечное излучение, в результате чего на многие годы снизится температура на поверхности планеты.

Взрывные кратеры можно наблюдать на поверхности Луны, Меркурия и Марса и на поверхностях спутников планет, не имеющих атмосферы. На нашей планете в результате действия воды, ветровой эрозии, тектонических процессов взрывные геологические образования почти полностью потеряли морфологические качества кратеров и только специальные космические и геологические исследования показывают, что они возникли в результате падения на земную поверхность крупных космических тел. Эти старинные ископаемые геоструктуры получили название "астроблем", что в переводе с греческого означает "звездные раны". Размеры астроблем разные – от сотен метров до десятков километров. Две старейшие и крупнейшие астроблемы: кратер Садбери – диаметр около 200 км и возраст приблизительно 1.8 млрд. лет (Канада, провинция Онтарио) и кратер Вредефорт – диаметр около 200 км и возраст примерно 2 млрд. лет (Южная Америка). На сегодняшний день на земной поверхности отождествлено 230 взрывных метеоритных кратеров-астроблем. Благоприятным для сохранения кратеров-астроблем оказался Украинский кристаллический щит, который протянулся с северо-запада на юго-восток почти на 1000 км вдоль правого берега Днепра, доходя до Приазовья, и имеет максимальную ширину 250 км. Благодаря своей стабильности в геологическом отношении в течение длительного времени (примерно 1.5 млрд. лет) Украинский кристаллический щит

имеет самую большую на земной поверхности плотность астроблем. На нем известно семь таких астроблем: Тернавская (вблизи села Веселые Терны Днепропетровской области, возраст – 280 млн. лет), двойная Зеленогайская (Кировоградская область, возраст – 88 млн. лет), Ротмистривская (Черкасская область, возраст – 130 млн. лет), Белиловская (Западная, Житомирская область, возраст – 166 млн. лет), Оболонская (Полтавская область, возраст – 169 млн. лет) и Ильинецкая (Винницкая область, возраст – около 400 млн. лет). В те времена (400 млн. лет назад) Украинский кристаллический щит, по данным некоторых специалистов по тектонике, находился у экватора примерно на той же долготе, что и сейчас. Свидетельством его продвижения на север через тропики является уголь Донецкого бассейна, образовавшийся из растительности тропических болот на 100 млн. лет позже Иллинецкого взрыва.

Для разделения ударных и взрывных кратеров мы ввели критерий, основанный на высоте максимального торможения. Приняли: если высота максимального торможения находится над земной поверхностью, то при падении тела (или его фрагментов) образуется ударный кратер (или ударные кратеры). Если уровень максимального торможения находится на поверхности планеты или под ней, произойдет взрыв и образуется взрывной кратер. Поэтому минимальным по массе космическим телом, которое может создать взрывной кратер, будет тело, максимальное торможение которого состоится у (формально "на") поверхности планеты. При расчетах размеров взрывных кратеров мы использовали ту же идею, что и для взрывов в атмосфере: взрыв происходит там, где тело достигает максимального торможения, но уже не в атмосфере, а в поверхностном слое Земли. Для образования взрывного кратера удельная кинетическая энергия ударника должна быть больше удельной теплоты испарения его и окружающих пород. Отсюда следует: взрывные кратеры начинают образовываться при скоростях удара, бóльших 3.0–4.5 км/с.

Разрушение кратерного вещества является следствием действия радиальной ударной волны. Базой для анализа и расчетов взрывного кратера на интервале времени от падения тела к его взрыву является гидродинамическое давление. Оно передается одинаково во всех направлениях от точки удара и определяет изменение импульса за единицу времени на единичном расстоянии и торможении. Скорости распространения возмущений, вызванных ударом (скорость ударной волны), близки к ударным скоростям (десятки км/с). В то же время скорость звука в твердом теле, которое не подвергалось воздействию высокого давления, ≈ 5 км/с. Мощная волна с момента контакта распространяется как в ударнике, так и в мишени. Она вызывает существенные разрушения мишени – механическое разламывание на фрагменты в том объеме, где будет сформирован кратер, расплавление вещества в центральной зоне кратера, где произойдет взрыв. Однако в ударнике никаких механических разрушений ударной волной не происходит. Пока ударная волна пройдет через ударник ($\approx 3 \cdot 10^{-4}$ с) сжатие и деформация его, которые обусловлены действием больших массовых сил инерции, не допустят таких разрушений.

Значение массовых сил инерции определяется торможением тела внутри мишени. В этих условиях после контакта ударника с мишенью начнется плавления и ударника, и мишени. Поэтому необходимо рассматривать движение и взаимодействие двух оплавленных тел. Например, при ударе железного тела по

камню железное тело начнет оплавляться уже со скорости 1.6 км/с, поскольку гидродинамическое давление достигает предела пластичности. Тело, которое проникает в мишень, образует цилиндрическую область испаренного высокотемперного газа, давление которого со временем и приведет к взрыву. Радиальный импульс этой центральной субстанции образует вокруг себя область нагретой жидкости. Под жидкостью располагается область раздробленного радиальным импульсом твердого вещества (галька, валуны), а за ней – самые фрагменты – валуны. За ними – неразрушенное вещество – чаша кратера.

Чаша кратера образуется на некотором критическом расстоянии от центра удара – там, где упругие силы вещества мишени уже будут способны поглотить энергию удара, и гидродинамическое давление достигает прочности вещества мишени на разрушение. Примерно десятая часть выброшенного из кратера вещества возвращается обратно в кратер. Часть этого вещества идет на образование вала вокруг кратера, распыляется у кратера и рассеивается в атмосфере. Расчеты показывают, что масса сублимированного и нагретого до высокой температуры вещества в центральной части мишени равна $3.4 \cdot 10^{12}$ г, а затраты энергии на нагрев одного грамма этого вещества составляют $2.7 \cdot 10^{11}$ эрг. Очевидно, что этой энергии достаточно, чтобы произошло полное испарение указанного вещества, а также – взрыв, так как при этом газовое давление достигает более 10^4 атмосфер. Средняя удельная энергия разрушения вещества, например Аризонского кратера, примерно в 30 раз меньше энергии, которая необходима для его испарения.

При анализе различных экспериментальных данных Эрнст Юлиус Эпик показал, что взрыв ударника происходит на расстоянии от поверхности планеты, равному примерно половине глубины кратера от изначально неразрушенной поверхности. Мы сравнили наши вычисления с результатами Эпика, выбрав для этого, как тест, Аризонский кратер, образованный взрывом железного метеороида (94% железа и 5% никеля, плотность его 7.85 г/см^3, окружающего грунта 2.62 г/см^3), масса которого составляет ~ $9.5 \cdot 10^{11}$ г, скорость падения ~ 11.5 км/с. Получили: по нашим вычислениям, глубина взрыва (глубина максимального торможения) составляет 81 м, по данным Эпика она равна 83 м. Это свидетельствует о хорошем согласии Эпиковской глубины взрыва с глубиной максимального торможения. При экспериментальных взрывах размеры кратера зависят от глубины заложенной взрывчатки. Было установлено, что в случае оптимального заложения взрывчатки, когда кратер достигает максимального размера, глубина видимой воронки примерно в два раза больше, чем глубина заложения. При анализе также определили: скорость снаряда при взрыве ≈ 10 км/с, тогда как скорость при падении была 16 км/с, время, прошедшее с момента контакта с поверхностью тела до взрыва $8.5 \cdot 10^{-3}$ с.

Наиболее хорошо изучены мощные метеорные потоки. Опишем историю и характеристики этих и некоторых устойчивых слабых потоков с условиями их наблюдений (влияние света Луны) в 2018 году.

Квадрантиды. Интенсивный поток с максимумом 1-4 января на протяжении нескольких часов. Радиант находится всегда над горизонтом и занимает область неба диаметром около 20^0. Название потока происходит от названия созвездия Стенного Квадранта, которое ввел Жозеф Лаланд в честь своего любимого инструмента. Это созвездие существовало на звездных картах XIX столетия на границе нынешних созвездий Дракона, Геркулеса и Волопаса. В от-

дельные годы количество метеоров в час (ZHR) превышало 100. Метеоры желто-оранжевого цвета, медленные, часто оставляют следы. Среди них много болидов и ярких метеоров. Скорость метеороидов около 40 км/с. Наиболее интенсивные потоки наблюдались в 1864, 1879, 1897, 1909 (ZHR 180), 1922, 1932, 1943, 1948, 1984 годах. Метеорные частицы расположены вдоль орбиты, плоскость которой почти перпендикулярна к плоскости эклиптики. Возле земной орбиты толщина метеорного роя невелика, поэтому Земля пересекает его за 5-6 часов. В этом году Луна будет мешать наблюдениям (полнолуние 2 января).

Виргиниды. Слабый метеорный поток: ZHR обычно 4 (может быть до 10). Активность 25 января – 15 апреля, максимум 5 – 21 марта. Наблюдаются медленные яркие метеоры и болиды. Название потока происходит от латинского названия созвездия Virgo (Дева). Скорость метеоров около 31 км/с. Время действия потока около 4-х месяцев. В этом году новолуние 17 марта, что благоприятствует наблюдениям максимума.

Лириды. Поток активный в период 16 – 25 апреля, максимум 22 апреля. ZHR 15 (возможны всплески до 100). Скорость метеоров 49 км/с. В прошлом активный поток. Последние метеорные дожди наблюдались в 1803 и 1922 годах – ZHR около 2000. 21 апреля 1922 года метеорный дождь Лирид наблюдался над Украиной. Метеоры быстрые, желтые, часто оставляют следы. Вероятная связь потока с кометой Тетчер (Thatcher, 1861 I), период обращения которой вокруг Солнца 415 лет. Каждые 29.5 года Сатурн проходит на расстоянии приблизительно 0.1 а.е. от орбиты роя Лирид и возмущает ближайшую к нему часть. Вследствие этого звездные дожди Лирид повторяются приблизительно через 30 лет. Молодая Луна не очень помешает наблюдениям.

η-Акварииды. Поток проявляется в период 19 апреля – 28 мая, максимум 5 мая. ZHR, как правило, около 10, но в последнее время активность его возросла и может быть до 80. Скорость метеоров 66 км/с. Радиант потока находится в созвездии Водолея (Aquarius). Метеоры быстрые и яркие с густыми продолжительными следами. Метеорный рой, образованный кометой Галлея, открыт в 1848 году. Древние рукописи (Китай, Корея, Япония) свидетельствуют о том, что этот рой наблюдался еще в 401 году. В северном полушарии радиант восходит под утро, поэтому время наблюдений ограничено. Луна затруднит наблюдения (полнолуние 30 апреля).

Боотиды. Активность потока проявляется 22 июня – 2 июля, максимум 27 июня, ZHR переменное. Радиант: 15^h20^m, $+48^0$. Скорость метеоров 18 км/с. Метеоры медленные, красноватые. В 1916, 1921 и 1927 годах поток давал звездные дожди, потом его активность существенно уменьшилась, но в 1998 году снова отмечена его активность: часовое число достигало 50-100. Также наблюдалась вспышка его активности 23 июня 2003 года (ZHR 20-50). Луна помешает наблюдениям (полнолуние 28 июня).

α-Каприкорниды. Слабый метеорный поток: ZHR около 4-5. Проявляется 3 июля – 15 августа, максимум 27-29 июля. Скорость метеоров 23 км/с. Возраст потока, вероятно, составляет около 1000 лет. Возможно, поток связан с кометой Лекселя (1770 I). Название потока происходит от Каприкорнус – латинского названия созвездия Козерог. И в этом случае полная Луна помешает наблюдениям.

δ-Акварииды (южные). Наблюдается 12 июля – 19 августа с максимумом 27-29 июля. ZHR около 20. Скорость метеоров 41 км/с. Раньше этот поток делили на две ветви: южные δ-Акварииды и северные δ-Акварииды. Из-за слабой распознаваемости этих вервей, по предложению Международной метеорной организации

(IMO), они объедены в один поток – южные δ-Акварииды. Максимума активности поток достигает быстро, тогда как спад интенсивности происходит медленно. Количество метеоров, порождаемых северной ветвью, примерно в два раза меньше. Характерной величиной есть очень малое перигелийное расстояие (0.08 а.е.), потому температура частиц при приближении к Солнцу возрастает до 1000 К. Это обстоятельство определяет структурные и физические характеристики метеороидов. Эпоха максимума в этом году приходится на полнолуние.

Персеиды. Регулярно наблюдаемый мощный поток, который известен более 1200 лет. Действует с 17 июля по 24 августа с максимумом 12 августа. Скорость метеоров 60 км/с. С 1840 года поток наблюдается ежегодно, что впервые установил Скиапарелли (1866 год). Количество метеоров около 50 в час. Вспышки активности потока наблюдались в 1991 и 1992 годах (ZHR 400) и были связаны с прохождением родительской кометы Персеид Свифта-Туттля (109P/Swift-Tuttle) в 1992 году. Метеоры белые и желтые, среди них много ярких, оставляющих следы и рассыпающихся. Думаю, что Татьяна Ларина (по Пушкину), видевшая, как "...падучая звезда по небу темному летела и рассыпалася..." наблюдала за метеором из потока Персеид. Персеидами можно любоваться без помех (новолуние 11 августа).

Дракониды (или Джакобиниды). Проявляется 6 – 10 октября с максимумом 8 октября. Это периодический метеорный поток, рой которого порожден кометой Джакобини-Циннера (21P/Giacobini-Zinner), которую открыл Джакобини. Комета была потеряна, потом в ноябре 1913 года ее снова нашел Циннер. Скорость метеоров 22 км/с. Радиант не заходит. Метеоры медленные и имеют красноватый цвет. Метеорный рой молодой, и поэтому основная масса частиц находится вблизи самой кометы. Период обращения кометы вокруг Солнца составляет 6.5 года. Небольшие метеорные дожди наблюдались в 1926, 1952, 1985, 1998 годах. Наиболее мощные метеорные дожди наблюдались в 1933 и 1946 годах (ZHR 10000). И в этом случае Луна не помешает наблюдениям (новолуние 9 октября).

Тауриды. Поток имеет две ветви: южную (действует с 1 октября по 25 ноября, максимум 5 ноября) и северную (действует тогда же, максимум 12 ноября) и связан с кометой Энке (2P/Enke). Средняя скорость метеоров около 30 км/с. Метеоры медленные, среди которых яркие болиды могут оставлять метеориты. Перигелий орбиты (при большой полуоси 2.0-2.5 а.е.) находится к Солнцу ближе Венеры, афелий – возле Юпитера. Количество метеоров южной ветви 5-10 в час, северной – не более 30. Метеорные частицы могут порождать метеоры в атмосферах планет Венеры и Марса. Серп молодой Луны не помешает наблюдениям.

Ориониды. Проявляется со 2 октября по 7 ноября, максимум 22 октября. Метеорный поток связан, как и η-Акварииды, с кометой Галлея. На это впервые указал Оливье в 1911 году. В сравнении с η-Акваридами, в данном случае Земля пересекает более отдаленную и разреженную часть роя. Скорость метеоров составляет около 66 км/с. Метеоры яркие, белые, часто оставляют следы, которые долго существуют. Радиант всю ночь находится над горизонтом, поднимаясь в вечерние часы в область зенита. Луна затруднит наблюдения (полнолуние 24 октября).

Леониды. Очень быстрые метеоры, среди них много ярких метеоров-болидов, которые оставляют следы. Наблюдается 14 – 21 ноября, максимум 17 ноября. Скорость метеоров 71 км/с. Метеорный рой создан кометой Темпеля – Туттля (Tempel-Tuttle, 1861 I). Период обращения кометы вокруг Солнца равен 33.25 года. Такой же период и звездных дождей. Арабский астроном Табит наблюдал

звездный дождь в Багдаде в октябре 935 года. Известные звездные дожди Леонид: 1799 год (ZHR свыше 10000), 1832-1833 года (ZHR до 100000), 1966 год (ZHR 150000), 1998 год (ZHR 1000), 1999 год (ZHR 3700), 2002 год (ZHR 3000). Почти полная Луна в эпоху максимума затруднит наблюдения.

Геминиды. Один из наиболее активных ежегодных потоков с большим количеством ярких метеоров. Наблюдается 7 – 17 декабря, максимум 14 декабря. Скорость метеоров 35 км/с. ZHR около 100. Радиант потока находится в созвездии Близнецов (латинское название Gemini). Предполагается, что родительским телом роя является открытая в 1983 году малая планета 3200 Фаэтон. Частицы роя подходят близко к Солнцу – перигелийное расстояние 0.14 а.е. (большая полуось 1.4 а.е.). Впервые поток наблюдался одновременно в Англии и США в 1862 году. Луна затруднит вечерние наблюдения.

Урсиды. Метеорный поток открыл 22 декабря 1945 года Бечварж в обсерватории Скалнате Плесо (Словакия), когда количество метеоров достигало 170 в час. Теперь оно равно 10-20. Период действия потока 17 – 26 декабря, максимум 22 декабря. Скорость метеоров 33 км/с. Радиант находится все время над горизонтом в созвездии Малой Медведицы (латинское Ursa Minor). Повышение активности потока наблюдалось также в 1988, 1994 и 2000 годах. К сожалению, в этом году максимум потока приходится на полнолуние.

Читателям, желающим более детально ознакомиться с проблемами, методами и результатами метеорных исследований, можно для прочтения рекомендовать монографию: В.Г.Кручиненко. Математико-фізичний аналіз метеорного явища. – Київ: Наукова думка, 2012.

Основные метеорные потоки

Название потока	Период активности	Дата максимума	Радиант потока	
			α_{2000}	δ_{2000}
Квадрантиды	01.01-04.01	03.01	15^h20^m	$+49^0$
Лириды	16.04-25.04	22.04	18 06	+34
η-Аквариды	19.04-28.05	05.05	22 27	-1.5
α-Каприкорниды	03.07-15.08	27-29.07	20 36	-10
Южные δ-Аквариды	12.07-19.08	27-29.07	22 30	-16
Персеиды	17.07-24.08	12.08	03 05	+58
Драконіды	06.10-10.10	08.10	17 28	+54
Тауриды южные	01.10-25.11	05.11	03 28	+14
Тауриды северные	01.10-25.11	12.11	03 52	+22
Орионіды	02.10-07.11	22.10	06 20	+16
Леониды	14.11-21.11	17.11	10 12	+22
Геминиды	07.12-17.12	14.12	07 28	+33
Урсиды	17.12-26.12	22.12	14 28	+76

ЯРКИЕ ЗВЕЗДЫ

Невооруженным глазом на небе можно наблюдать примерно 6000 самых ярких звезд ночного неба (из них половина находится под горизонтом и не видна в данный момент). Самые яркие звезды у каждого народа получили свои имена. Многие из ныне употребляющихся, например, Альдебаран, Алголь, Денеб, Ригель и другие, имеют арабское происхождение – культура арабов послужила мостом через интеллектуальную пропасть, отделяющую падение Рима от эпохи Возрождения. В прекрасно иллюстрированной "Уранометрии" немецкого астронома И.Байера, где изображены созвездия и связанные с их названиями легендарные фигуры, звезды были впервые обозначены буквами греческого алфавита приблизительно в порядке убывания их блеска. Полное обозначение звезды состояло из упомянутой буквы и латинского названия созвездия. Например, Сириус – ярчайшая звезда в созвездии Большого Пса (Canis Major), поэтому его обозначают как α CMa; Алголь – вторая по яркости звезда в Персее обозначается как β Per. На современных картах звездного неба обычно нанесены древние собственные имена ярких звезд и греческие буквы.

Блеск звезд выражают в особых, исторически сложившихся "звездных величинах". Происхождение этой системы связано с особенностью нашего зрения: если сила источника света изменяется в геометрической прогрессии, то наше ощущение от него – лишь в арифметической. Греческий астроном Гиппарх разделил все видимые глазом звезды на 6 классов по блеску. Самые яркие он назвал звездами 1-й величины, а самые слабые – 6-й. Позже измерения показали, что поток света от звезд 1-й величины примерно в 100 раз больше, чем от звезд 6-й величины по Гиппарху. Для определенности решили, что различие на 5 звездных величин в точности соответствует отношению потоков света 1:100. Тогда звезда 1-й звездной величины в 2,512 раза ярче звезды 2-й величины, которая, в свою очередь, в 2,512 раза ярче звезды 3-й величины, и так далее. Для сравнения, максимальный блеск планет Солнечной системы в звездных величинах: Луна (-12.92), Венера (-4.89), Юпитер (-2.94), Марс (-2.91), Меркурий (-2.45), Сатурн (-0.49). Отрицательные величины соответствуют более ярким объектам.

Ярчайшая звезда всего неба – Сириус – это двойная звезда, которая состоит из звезды спектрального класса A1 (Сириус A) и белого карлика (Сириус B). Вторую звезду невооруженным глазом вы увидеть не сможете. Обе звезды вращаются вокруг единого центра с периодом примерно 50 лет. Сириус A примерно в два раза больше нашего Солнца, а спутник – в 100 раз меньше. Существует африканское племя догонов, которое поклоняется Сириусу. Но удивительно не это: африканцы, не имеющие письменности, знали о существовании Сириуса B задолго до его открытия в середине XIX века. Откуда примитивное африканское племя получило всю эту информацию – загадка.

Звезды расположены от нас на разном расстоянии. Поэтому их звездные величины (m) могут быть видимыми и истинными. Для сравнения звезд по их истинной светимости используют абсолютную звездную величину – M, которая определяется как видимая звездная величина, которую имела бы данная звезда, если поместить ее на стандартном расстоянии от Земли в 10 парсек. Звездными величинами можно описывать излучение звезды в различных диапазонах спектра. Например, видимая визуальная величина (m_v) выражает блеск звезды в желто-зеленой области спектра, фотографическая (m_{pg}) – в голубой,

и так далее. Разность между фотографической и визуальной величинами называют "показателем цвета" (color index) и он связан с температурой звезды.

Звезды имеют самые разные цвета. У Арктура желто-оранжевый оттенок, Ригель бело-голубой, Антарес ярко-красный. Доминирующий цвет звезды зависит от температуры ее поверхности. Газовая оболочка звезды ведет себя почти как идеальный излучатель (абсолютно черное тело) и вполне подчиняется классическим законам излучения М.Планка, Й.Стефана, Л. Больцмана и В.Вина, связывающим температуру тела и характер его излучения. Закон Планка описывает распределение энергии в спектре тела и указывает, что с ростом температуры (T) повышается полный поток излучения (L), а максимум в спектре сдвигается в сторону коротких длин волн. Длина волны (в см), на которую приходится максимум излучения, определяется законом Вина: $\lambda_{max}=0.29/T$. Именно этот закон объясняет красный цвет Антареса (T=3500 K) и голубоватый цвет Ригеля (T=18000 K). Закон Стефана-Больцмана дает полное излучение (E) на всех длинах волн тела-излучателя (в ваттах с квадратного метра): $E = 5.67 \cdot 10^{-8} T^4$.

Изучение звездных спектров – это фундамент современной астрофизики. По спектру можно определить химический состав, температуру, давление и скорость движения газа в атмосфере звезды. По доплеровскому смещению линий измеряют скорость движения самой звезды, например, по орбите в двойной системе. В спектрах большинства звезд видны линии поглощения – узкие разрывы в непрерывном распределении излучения. Их называют фраунгоферовыми (первым их исследовал Й.Фраунгофер), или абсорбционными линиями. Они образуются в спектре потому, что излучение горячих нижних слоев атмосферы звезды, проходя сквозь более холодные верхние слои, поглощается на длинах волн, характерных для определенных атомов и молекул.

Спектры поглощения звезд сильно различаются; однако интенсивность линий какого-либо химического элемента далеко не всегда отражает его истинное количество в атмосфере звезды: в значительно большей степени вид спектра зависит от температуры звездной поверхности. Например, атомы железа есть в атмосфере большинства звезд. Однако линии нейтрального железа отсутствуют в спектрах горячих звезд, поскольку все атомы железа там ионизованы. Водород – это главный компонент всех звезд. Но оптические линии водорода не видны в спектрах холодных звезд, где он недостаточно возбужден, и в спектрах очень горячих звезд, где он полностью ионизован. Зато в спектрах умеренно горячих звезд с температурой поверхности около 10000 K самые мощные линии поглощения – это линии водорода, образующиеся при переходах атомов со второго энергетического уровня (серия Бальмера).

Давление газа в атмосфере звезды также имеет некоторое влияние на спектр. При одинаковой температуре линии ионизованных атомов сильнее в атмосферах с низким давлением, поскольку там эти атомы реже захватывают электроны и, следовательно, дольше живут. Давление атмосферы тесно связано с размером и массой, а значит и со светимостью звезды данного спектрального класса. Установив по спектру давление, можно вычислить светимость звезды и, сравнивая ее с видимым блеском, определить "модуль расстояния" (m-M) и линейное расстояние до звезды. Этот очень полезный метод называют методом спектральных параллаксов.

Все разнообразие звездных спектров можно уложить в логичную систему. Гарвардская спектральная классификация впервые была представлена в Каталоге звездных спектров Генри Дрэпера. Сначала спектры были расставлены по интенсивности линий и обозначены буквами в алфавитном порядке. Но разви-

тая позже физическая теория спектров позволила расположить их в температурную последовательность. Буквенное обозначение спектров не изменили, и теперь порядок основных спектральных классов от горячих к холодным звездам выглядит так: O B A F G K M. Между каждыми двумя классами введены подклассы, обозначенные цифрами от 0 до 9. Например, спектр типа A5 находится посередине между A0 и F0. Дополнительными буквами иногда отмечают особенности звезд: "g" – гигант, "d" – карлик, "D" – белый карлик и другие.

Наиболее точную спектральную классификацию представляет система МК, созданная У.Морганом и Ф.Кинаном в Йеркской обсерватории. Это двумерная система, в которой спектры расставлены как по температуре, так и по светимости звезд. Ее преемственность с одномерной Гарвардской классификацией в том, что температурная последовательность выражена теми же буквами и цифрами (например, A3, K5, G2). Но дополнительно введены классы светимости, отмеченные римскими цифрами: Ia, Ib, II, III, IV, V, VI и VII, указывающие на яркие и слабые сверхгиганты (I), яркие и нормальные гиганты (II, III), субгиганты (IV), карлики (V – звезды главной последовательности), субкарлики (VI) и белые карлики (VII). Например, обозначение G2V относится к звезде типа Солнца, а обозначение G2III показывает, что это нормальный гигант с температурой как у Солнца.

В 1905-1913 годах Э.Герцшпрунг и Г.Рессел независимо нашли эмпирическую связь между температурой (спектральным классом) и светимостью звезд. Они обнаружили, что большинство звезд лежит вдоль широкой полосы на диаграмме температура – светимость. Эта полоса, названная "главной последовательностью", проходит от верхнего левого угла диаграммы, где находятся горячие и яркие O и B звезды, к правому нижнему углу, населенному холодными и тусклыми M карликами. Открытие главной последовательности стало сюрпризом: было неясно, почему звезды с определенной температурой поверхности не могут иметь какой угодно размер, а, следовательно, и светимость. Оказалось, что радиус звезды и температура ее поверхности связаны друг с другом. На диаграмме Герцшпрунга – Рессела обнаружилась и вторая последовательность – ветвь гигантов, широкой полосой отходящая от середины главной последовательности (класс G, абсолютная звездная величина +1) в сторону верхнего правого угла диаграммы (класс M, абсолютная величина -1). На ветви гигантов лежат звезды большого размера и высокой светимости, в отличие от карликов главной последовательности. Они разделены "провалом Герцшпрунга".

Ближайшая к нам звезда – Солнце, до него около 150 млн. км. Ближайшая к Солнцу яркая звезда – α Кентавра (α Cen), которую можно увидеть только в Южном полушарии, до нее 42000 млрд. км. Но еще чуть ближе к нам расположен ее невидимый глазом спутник класса M5, звезда Проксима ("Ближайшая") Кентавра. Она вращается вокруг α Кентавра и делает полный оборот за 55 тыс. лет. А около самой Проксимы недавно обнаружили планету примерно земной массы и температуры, на которой вполне может существовать жизнь земного типа.

Поскольку расстояния до звезд так велики, их неудобно измерять в километрах. Лучше использовать специальные единицы; например, в научно-популярной литературе часто используют "световой год", то есть, расстояние, которое луч света проходит со скоростью около 300000 км/с за год; это около 9460 млрд. км. Расстояние до Проксимы 4.3 светового года, а до Сириуса около 8.7 светового года. Впервые расстояния до звезд были измерены в 1838 году неза-

висимо Ф.Бесселем в Германии (до звезды 61 Лебедя), Т.Хендерсоном на мысе Доброй Надежды (до α Кентавра) и В.Струве в России (до α Лиры).

Базовым методом определения расстояний до звезд служит метод тригонометрических параллаксов. Метод параллакса основан на измерении видимого смещения близких звезд на фоне более далеких при наблюдении из разных точек орбиты Земли. Чем ближе звезда, тем больше ее угловое смещение. Параллаксом звезды называют угол, под которым от нее виден радиус земной орбиты, равный 1 астрономической единице (а.е.), или 150 млн. км. Это чисто геометрический и поэтому очень надежный метод. К сожалению, параллаксы удается измерить лишь у нескольких тысяч ближайших звезд. Расстояния до них служат фундаментом при определении спектральными методами расстояний до более далеких звезд. На основе тригонометрических параллаксов астрономы ввели единицу длины "парсек" (пк) – расстояние до звезды, параллакс которой равен 1"; 1 пк = 3.26 светового года. Наибольший параллакс (0.762") имеет Проксима Кентавра. Наименьшие параллаксы, которые удается сейчас надежно измерять, составляют 0.01"; это соответствует расстоянию в 100 пк или 326 световых лет.

Полную мощность излучения звезды во всем диапазоне электромагнитного спектра называют истинной или болометрической светимостью. Например, светимость Солнца $3.86 \cdot 10^{26}$ Вт (ватт). Чем больше масса нормальной звезды, тем выше ее светимость – она возрастает примерно как куб массы. Соотношение масса-светимость сначала было найдено из наблюдений, а позже получило теоретическое обоснование. Многие звезды входит в состав кратных систем. Центр масс такой системы движется по орбите вокруг центра Галактики, а отдельные звезды обращаются вокруг центра масс системы. Определив орбиту каждого из компонентов двойной системы, из законов небесной механики можно найти массы звезд (либо отношение их масс), а затем и светимость.

Источники энергии звезд. Когда теория Эйнштейна возвестила об эквивалентности массы (m) и энергии (E), связанных соотношением $E = mc^2$, где c – скорость света, стало ясно, что для поддержания излучения Солнца с мощностью $4 \cdot 10^{26}$ Вт необходимо ежесекундно превращать в излучение $4.5.10^6$ т его массы. По земным меркам эта величина выглядит большой, но для Солнца, имеющего массу $2 \cdot 10^{27}$ т, такая потеря остается незаметной в течение миллиардов лет. Излучение звезд поддерживается в основном за счет двух типов термоядерных реакций. У массивных звезд это реакции углерод-азотного цикла, у маломассивных звезд типа Солнца это протон-протонные реакции. В результате циклов 4 ядра водорода (то есть протона) объединяются в одно ядро гелия.

Выраженные в атомных единицах массы ядер водорода и гелия составляют соответственно 1.00813 и 4.00389. Четыре водородных ядра имеют массу 4.03252 и, следовательно, на 0.02863 атомной единицы, или на 0.7% превосходят массу ядра гелия. Эта разница превращается в энергичные гамма-кванты, которые, много раз поглощаясь и переизлучаясь, постепенно просачиваются к поверхности звезды и покидают ее в виде света. Как видим, звезда – это природная установка для управляемых термоядерных реакций. Пока в звезде протекают протон-протонная реакция или углерод-азотный цикл, она находится на главной последовательности, где проводит основную часть жизни. Позже, когда у звезды образуется гелиевое ядро и температура в нем повысится, происходит "гелиевая вспышка" и начинаются реакции превращения гелия в более тяжелые элементы, также приводящие к выделению энергии.

Может показаться, что невозможно узнать что-либо о внутреннем строении звезд. Не только далекие звезды, но и наше Солнце кажется абсолютно недоступным для изучения его недр. Тем не менее о строении звезд мы знаем не меньше, чем о строении Земли. Дело в том, что звезды – это газовые шары, в большинстве своем стабильные, не испытывающие ни коллапса, ни расширения. Поэтому на любой глубине давление газа равно весу вышележащих слоев, а поток излучения пропорционален перепаду температуры от внутренних горячих к наружным холодным слоям.

Этих условий, сформулированных в виде математических уравнений, достаточно, чтобы на основе законов поведения газа рассчитать структуру звезды: изменение давления, температуры и плотности с глубиной. При этом из наблюдений нужно знать только массу, радиус, светимость и химический состав звезды. Расчеты показывают, что в центре Солнца температура достигает 16 млн. К, плотность 160 г/см^3, а давление 400 млрд. атм. Звезда является природной саморегулирующейся системой: если мощность энерговыделения в ядре звезды не сможет компенсировать излучение энергии с поверхности, то звезда не сможет противостоять гравитации и начнет сжиматься, а от этого повысится температура в ее ядре и возрастет интенсивность ядерных реакций – таким образом баланс энергии будет восстановлен.

Звезда начинает свою жизнь как холодное разреженное облако межзвездного газа, сжимающееся под действием собственного тяготения. При сжатии энергия гравитации переходит в тепло, и температура газовой глобулы возрастает. В начале прошлого столетия вообще считали, что энергии, выделяющейся при сжатии звезды, достаточно для поддержания ее светимости, но геологические данные пришли в противоречие с этой гипотезой: возраст Земли оказался значительно больше того времени, в течение которого Солнце могло бы поддерживать свое излучение за счет сжатия (около 30 млн. лет).

Сжатие звезды приводит к повышению температуры в ее ядре; когда она достигает нескольких миллионов градусов, начинаются термоядерные реакции, и сжатие прекращается. В таком состоянии звезда пребывает большую часть своей жизни, находясь на главной последовательности диаграммы Герцшпрунга – Рессела, пока не закончатся запасы топлива в ее ядре. Когда в центре звезды весь водород превратится в гелий, термоядерное горение водорода продолжается на периферии гелиевого ядра. Укажем, что возраст Солнца около 5 млрд. лет, и в настоящее время оно находится в середине своего эволюционного пути.

Земля вращается вокруг своей оси, которая направлена почти точно на довольно-таки яркую звезду – Полярную (α UMi). Если Вы пойдете по направлению этой звезды, Вы непременно попадете на Северный Полюс. Поэтому эта звезда получила название – Полярной. Ее легко найти по всем известному созвездию Большой Медведицы в виде ковша, которое в наших широтах видно на протяжении всего года. Интересно что Полярная на самом деле является уникальной звездой – это цефеида с периодом пульсации около 4 дней. Амплитуда ее пульсаций постепенно уменьшалась на протяжении более 100 лет наблюдений, а в последние лет 10 она постепенно увеличивается.

Особая роль Полярной звезды является временной. Ее положение, как и остальных звезд меняется с течением времени из-за прецессионного движения земной оси. Это движение обусловлено наклоном оси вращения к плоскости орбиты

Земли вокруг Солнца (угол наклона 60°.5). Вспомните или посмотрите как движется ось вращения у юлы (волчка). Ось юлы описывает конусообразное движение. Такое же медленное движение оси происходит и у Земли с полным оборотом примерно за 26000 лет. Это стало известно благодаря Гиппарху. Ось вращения Земли была в направлении звезды α Дракона (α Dra) около 5000 лет, β Малой Медведицы (β UMi) – около 3000 лет тому назад. Собственное имя звезды β UMi – Кохаб аль Шемали, что означает "полуночная звезда". Через 12000 лет Северный полюс мира будет находиться вблизи α Лиры (α Lyr). Для нас важно, что в результате прецессии происходит изменение точки весеннего равноденствия и, следовательно, меняются экваториальные координаты всех звезд. Кроме того, в результате прецессии медленно изменяется и вид звездного неба.

В таблице ниже даны координаты звезд до 3 звездной величины (прямое восхождение α_{2000} и склонение δ_{2000}) на 2000 год со склонениями от -30° до +90°. Также приведены звездная величина (V), показатели цвета (B-V и U-B), расстояние до звезды в световых годах – *r*, спектральный класс и класс светимости с индексами, указывающими на особенности в спектре: e – эмиссии, p – пекулярности, a – абсорбции, m – металличность.

Список ярких звезд с их фотометрическими и спектральными характеристиками и расстояниями *r* (пк) до них

Имя звезды	Название звезды	α (2000.0)	δ	V	B-V	U-B	*r*	Спектр
Сих	γ Cas	0ч 56м 42.5с	60° 43′ 00″	2.47	–0.15	–0.08	650	B0IVe
Альферац	α And	0 08 23.3	29 05 26	2.06	–0.11	–0.10	105	B8IVp
Каф	β Cas	0 09 10.7	59 08 59	2.27	0.34	0.20	47	F2III-IV
Альгениб	γ Peg	0 13 14.2	15 11 01	2.83	–0.23	–0.19	470	B2IV
Шедир	α Cas	0 40 30.5	56 32 14	2.23	1.17	0.60	163	K0IIIa
Денеб Кайтос	β Cet	0 43 35.4	–17 59 12	2.04	1.02	0.51	64	G9.5III
Мирах	β And	1 09 43.9	35 37 14	2.06	1.58	1.00	82	M0IIIa
Ксора	δ Cas	1 25 49.0	60 14 07	2.68	0.13	0.09	76	A5III-IV
Шератан	β Ari	1 54 38.4	20 48 29	2.64	0.13	0.08	50	A5V
Аламак	γ And	2 03 54.1	42 19 47	2.26	1.37	0.68	160	K3-IIb
Гамаль	α Ari	2 07 10.4	23 27 45	2.00	1.15	0.62	78	K2III
Полярная	α UMi	2 31 48.7	89 15 51	2.02	0.60	0.31	470	F7Ib-II
Менкар	α Cet	3 02 16.8	4 05 23	2.53	1.64	1.16	130	M1.5IIIa
Алголь	β Per	3 08 10.1	40 57 20	2.12	–0.05	–0.03	82	B8V
Мирфак	α Per	3 24 19.4	49 51 40	1.79	0.48	0.33	470	F5Ib
Менхиб	ζ Per	3 54 07.9	31 53 01	2.85	0.12	0.09	820	B1Ib
Альдебаран	α Tau	4 35 55.2	16 30 33	0.85	1.54	0.94	64	K5III
Курса	β Eri	5 07 51.0	–5 05 11	2.79	0.13	0.08	82	A3III
Ригель	β Ori	5 14 32.3	–8 12 06	0.12	–0.03	–0.02	470	B8Ia:
Капелла	α Aur	5 16 41.4	45 59 53	0.08	0.80	0.44	45	G5IIIe+G0III
Беллатрикс	γ Ori	5 25 07.9	6 20 59	1.64	–0.22	–0.22	325	B2III
Нат	β Tau	5 26 07.5	28 36 27	1.65	–0.13	–0.10	142	B7III
Нихал	β Lep	5 28 14.7	–20 45 34	2.84	0.82	0.44	180	G5II
Минтака	δ Ori	5 32 00.4	–0 17 57	2.23	–0.22	–0.22	1300	O9.5II
Арнеб	α Lep	5 32 43.8	–17 49 20	2.58	0.21	0.21	410	F0Ib
Альнилам	ε Ori	5 36 12.8	–1 12 07	1.70	–0.19	–0.17	1300	B0Ia
Альнитак	ζ Ori	5 40 45.5	–1 56 34	2.05	–0.21	–0.20	1300	O9.7Ib
Сайф	κ Ori	5 47 45.4	–9 40 11	2.06	–0.17	–0.18	1300	B0.5Ia

Имя звезды	Название звезды	α (2000.0)	δ	V	B-V	U-B	r	Спектр
Бетельгейзе	α Ori	5 55 10.3	7 24 25	0.50	1.85	1.28	1300	M1Ia-Iab
Менкалинан	β Aur	5 59 31.7	44 56 51	1.90	0.03	–0.01	65	A2IV
Мирцам	β CMa	6 22 42.0	–17 57 21	1.98	–0.23	–0.24	650	B1II-III
Альхена	γ Gem	6 37 42.7	16 23 57	1.93	0.00	–0.01	84	A0IV
Сириус	α CMa	6 45 08.9	–16 42 58	–1.46	0.00	–0.03	13	A1Vm
Адара	ε CMa	6 58 37.5	–28 58 20	1.50	–0.21	0.21	470	B2II
Везен	δ CMa	7 08 23.5	–26 23 36	1.84	0.68	0.33	1100	F8Ia
Алудра	η CMa	7 24 05.7	–29 18 11	2.45	–0.08	–0.06	1300	B5Ia
Кастор	α Gem	7 34 36.0	31 53 19	1.50	0.04	0.02	45	A2Vm
Процион	α CMi	7 39 18.1	5 13 30	0.38	0.42	0.23	11	F5IV-V
Поллукс	β Gem	7 45 18.9	28 01 34	1.14	1.00	0.50	35	K0IIIb
Альфард	α Hya	9 27 35.2	–8 39 31	1.98	1.44	0.77	130	K3II-III
Регул	α Leo	10 08 22.3	11 58 02	1.35	–0.11	–0.10	68	B7V
Альгиба	γ^1 Leo	10 19 58.3	19 50 30	2.61	1.15	0.62	130	K1-IIIb
Мерак	β UMa	11 01 50.5	56 22 57	2.37	–0.02	–0.04	76	A1V
Дубхе	α UMa	11 03 43.7	61 45 03	1.79	1.07	0.58	44	K0IIIa
Зосма	δ Leo	11 14 06.5	20 31 25	2.56	0.12	0.03	68	A4V
Денебола	β Leo	11 49 03.6	14 34 19	2.14	0.09	0.02	42	A3V
Фекда	γ UMa	11 53 49.8	53 41 41	2.44	0.00	–0.03	80	A0Ve
Крац	β Crv	12 34 23.2	–23 23 48	2.65	0.89	0.44	172	G5II
Алиот	ε UMa	12 54 01.7	55 57 35	1.77	–0.02	–0.03	78	A0p
Виндемиатрикс	ε Vir	13 02 10.6	10 57 33	2.83	0.94	0.45	93	G8IIIab
Мицар	ζ Uma	13 23 55.5	54 55 31	2.27	0.02	–0.02	79	A1Vp
Спика	α Vir	13 25 11.6	–11 09 41	0.98	–0.23	–0.24	220	B1III+B2V
Бенетнаш	η UMa	13 47 32.4	49 18 48	1.86	–0.19	–0.18	163	B3V
Арктур	α Boo	14 15 39.7	19 10 57	–0.04	1.23	0.65	35	K1.5III
Ицар	ε Boo	14 44 59.2	27 04 27	2.70	0.97	0.52	230	K0II-III
Кохаб	β UMi	14 50 42.3	74 09 20	2.08	1.47	0.76	105	K4-III
Гемма	α CrB	15 34 41.3	26 42 53	2.23	–0.02	–0.04	71	A0V+G5V
Унук Эльхая	α Ser	15 44 16.1	6 25 32	2.65	1.17	0.56	82	K2IIIb
Джубба	δ Sco	16 00 20.0	–22 37 18	2.32	–0.12	–0.13	990	B0.3IV
Акраб	β^1 Sco	16 05 26.2	–19 48 20	2.62	–0.07	–0.09	540	B1V
Антарес	α Sco	16 29 24.4	–26 25 55	0.96	1.83	1.23	365	M1.5I+B4V
Антилис	β Her	16 30 13.2	21 29 23	2.77	0.94	0.47	125	G7IIIa
Сабик	η Oph	17 10 22.7	–15 43 29	2.43	0.06	0.01	73	A2V
Альваид	β Dra	17 30 26.0	52 18 05	2.79	0.98	0.48	365	G2Ib-IIa
Рас Альхаг	α Oph	17 34 56.1	12 33 36	2.08	0.15	0.08	60	A5III
Келб Альраи	β Oph	17 43 28.4	4 34 02	2.77	1.16	0.57	125	K2III
Этамин	γ Dra	17 56 36.4	51 29 20	2.23	1.52	0.85	116	K5III
Каус	δ Sgr	18 20 59.7	–29 49 41	2.70	1.38	0.68	112	K3IIIa
Каус Бореалис	λ Sgr	18 27 58.2	–25 25 18	2.81	1.04	0.56	84	K1IIIb
Вега	α Lyr	18 36 56.3	38 47 01	0.03	0.00	–0.03	26	A0Va
Нунки	σ Sgr	18 55 15.9	–26 17 48	2.02	–0.22	–0.21	180	B2.5V
Реда	γ Aql	19 46 15.6	10 36 48	2.72	1.52	0.75	230	K3II
Альтаир	α Aql	19 50 47.0	8 52 06	0.77	0.22	0.14	16	A7V
Садир	γ Cyg	20 22 13.7	40 15 24	2.20	0.68	0.34	540	F8Ib
Денеб	α Cyg	20 41 25.9	45 16 49	1.25	0.09	0.10	930	A2Ia
Гинах	ε Cyg	20 46 12.7	33 58 13	2.46	1.03	0.54	80	K0III
Альдерамин	α Cep	21 18 34.8	62 35 08	2.44	0.22	0.11	49	A7V
Эниф	ε Peg	21 44 11.2	9 52 30	2.39	1.53	0.76	820	K2Ib
Денеб Альгиди	δ Cap	21 47 02.4	–16 07 38	2.87	0.29	0.17	50	Am
Фомальгаут	α PsA	22 57 39.1	–29 37 20	1.16	0.09	0.02	23	A3V
Шеат	β Peg	23 03 46.5	28 04 58	2.42	1.67	1.32	172	M2.5II-III
Маркаб	α Peg	23 04 45.7	15 12 19	2.49	–0.04	–0.03	102	B9V

ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ

По современным данным от 50% до 90% звездного населения нашей и других галактик сосредоточено в двойных и тесных двойных системах звезд. Тесными двойными системами (ТДС) называются такие системы, в которых звезды расположены очень близко друг к другу – всего на расстоянии нескольких звездных радиусов. Компоненты таких двойных систем физически влияют друг на друга, и поэтому эволюция таких звезд сильно отличается от эволюции одиночных объектов. Взаимодействующими ТДС (ВТДС) называются такие системы, в которых происходит не только взаимодействие между звездами, но и перетекание вещества с одной звезды на другую. Вследствие такого перетекания в системах образуются различные газовые оболочки, окружающие либо всю двойную систему, либо одну из компонент, а может быть и то, и другое одновременно.

Перетекание вещества в ТДС происходит вследствии того, что одна из компонент заполняет или переполняет свою полость Роша и поэтому с нее вещество перетекает на другую компоненту. Такие ТДС называются полуразделенными ТДС. Если обе компоненты заполняют или переполняют свои полости Роша (полости Роша компонент ТДС – это такие области вокруг этих компонент, внутри которых гравитацией второй компоненты можно пренебречь; точки Лагранжа – это такие точки вокруг компонент ТДС, их всего пять, в которых суммарное ускорение гравитации компонент ТДС и центробежной силы вращения ТДС вокруг общего центра масс равно нулю), то такие ТДС называют контактными ТДС. Если обе компоненты не заполняют свои полости Роша, они называются разделенными ТДС.

Перетекание вещества с одной компоненты на другую приводит к различным наблюдательным эффектам – в первую очередь к появлению эмиссионных линий (прежде всего водорода и гелия) в спектрах ТДС и к появлению различных горбов на кривых блеска ТДС. Присутствие вещества вокруг компонент ТДС, а также его свойства (в первую очередь его движение) изучались как с наблюдательной точки зрения, так и теоретически с конца 50-х – начала 60-х годов XX века. Большой вклад в эти исследования внесли М.Плавец с соавторами (1964, Bull.Astr.Inst.Czech.v.15.n.5), которые численными методами рассмотрели возможность образования колец Джоя при истечении вещества из окрестностей точки L1 (см. Plavec M.J., Popper D.M. and Ulrich R.K., 1980,"Close Binary Stars: Observations and Interpretations", I.A.U. Symp., №88, Reidel Publ.Comp., Dordrecht, 598 pp.) и Б.Пачинскмй (1967, Acta Astronomica, v.17, pp. 193. 287, 355) с обобщением результатов исследований в 1970 году (см. Paczynski B., 1970, in "Mass Loss and Evolution of Close Binaries", ed. Gyldenkerne K. and West R., Copenhagen Univ.Pub. Funds, Copenhagen, p.142).

В Советском Союзе огромный вклад в изучение взаимодействующих двойных звезд внесли В.Г.Горбацкий и его ученик Ю.П.Коровяковский (Ленинградская школа астрономии). Их результаты опубликованы в монографии "Космическая газодинамика" В.Г.Горбацкого, Москва: "Наука", 1977, 360 стр., но раньше в статье Ю.П.Коровяковского (Астрофизика, т.5, в.1, 1969), которая посвящена движению газа в ТДС – это одна из первых работ, в которых исследовалось трехмерное движение потока газа и его взаимодействие с оболочкой

звезды-аккретора методами численной гидродинамики. В Советском Союзе заметный вклад в проблему изучения ВТДС внесли В.П.Цесевич и А.М.Шульберг и их ученик В.Г.Каретников (Одесская школа астрономии), что опубликовано в монографии "Затменные переменные звезды" под редакцией В.П.Цесевича, Москва: "Наука", 1971, 350 стр. В этой монографии большой раздел посвящен уникальным ТДС с сильным присутствием газа вокруг компонент ТДС, и довольно подробно исследовано движение вещества вокруг компонент ТДС методами небесной механики – то есть рассмотрена ограниченная задача трех тел. Ряд из этих уникальных ТДС изучены в работах В.Г.Каретникова методами спектрофотометрии (АЖ, 1967, т.44, №1; АЦ, 1967, т.448; АЦ, 1968, т.474). В этих работах анализируется присутствие вещества вокруг компонент ТДС в зависимости от орбитальной фазы.

Необходимо отметить также работы Г.Койпера (Kuiper G.P., 1941, ApJ,v.93, p.133; Kuiper G.P., Struve O, Stromgren B.,1937, ApJ, v86, p.570), в которых впервые указывалось на важность исследования точек Лагранжа L_2 и L_3, через которые возможна потеря вещества и углового момента ВТДС. Важной вехой в наблюдательном изучении ВТДС стала монография А.Бэттена "Двойные и кратные звезды", Москва: "Наука", 1975. В ней впервые обобщен наблюдательный материал исследований ТДС за последние полвека и четко выделены главные компоненты оболочек в ТДС: это поток, текущий из первой точки либрации L_1, аккреционный диск, окружающий звезду-гайнер (mass gaining star, gainer, в случае, если звезда, принимающая вещество, является нормальной звездой) или звезду-аккретор (mass accreting star, accretor, в случае, если звезда принимающая вещество, является компактным объектом) и общую оболочку, окружающую звезду-гайнер или звезду-аккретор, или окружающую обе компоненты ТДС одновременно.

Здесь мы хотели бы отметить еще несколько монографий, исследующих очень важные аспекты физики и эволюции ВТДС – это первая монография "Взаимодействующие двойные звезды" под редакцией Дж.Е.Прингла и Р.А.Вайда, Москва: "Наука", 1993, в которой исследуются многие важные аспекты физики ВТДС. Вторая монография – это лекции по теории и наблюдениям ВТДС, которые читались в 1992 году в Швейцарии и эти лекции отмечены очень высоким качеством и углубленностью преподаваемого материала – фактически это современная теория ВТДС – "Interacting Binaries" – S.N.Shore, M. Livio and E.P.J. van den Heuvel, 1992, Springer-Verlag, Saas-Fee Advanced Course 22 Lecture Notes 1992 Swiss Society for Astrophysics ans Astronomy. В следующей монографии исследуются маломассивные рентгеновские двойные – "Accretion-driven Stellar X-ray Sources", eds. W.H.G. Lewin and E.P.G. van den Heuvel, Cambridge Univ. Press, 1983, pp. 356. Еще одна монография касается эволюционных аспектов ВТДС и называется "Эволюция звезд: теория и наблюдения", Наука, 1988, 280 с., авторы – А.Г.Масевич и А.В.Тутуков, в которой очень подробно анализируется и исследуется эволюция ТДС.

Среди теоретического изучения ВТДС важное место занимают исследования движения газа вокруг компонент пары. Первоначально такие вычисления проводились методами небесной механики, в которых учитывалось гравитационное поле компонент ТДС, учитывались силы Кориолиса и центробежная сила, связанная с вращением ТДС вокруг общего центра масс и при этом не

учитывались силы давления газа, то есть эффекты давления. Среди наиболее известных таких работ можно привести работы С.Ш.Хуана (Huang Su Shu, 1956, AJ, v.61.p.49; 1963, ApJ, v.138.p.312; 1963, ApJ, v.138.p.471; 1963, ApJ, v.138.p.481) и З. Копала (Kopal,Z., 1956, Ann d'ap, v.19, pp.298; 1957, I.A.U. Symposium, №3, Non Stable Stars, Cambridge, Cambridge University Press, p.123), в которых очень подробно исследовалось движение траекторий частиц при различных начальных и граничных условиях. Однако, очень скоро выяснилось, что небесно-механическое движение частиц газа не дает даже качественно правильной картины движения вещества в ВТДС, поскольку эффекты давления необходимо учитывать даже для качественной картины переноса вещества в ВТДС. Одной из первых работ, в которой анализировались уравнения гидродинамики, была работа К.Прендергаста (Prendergast K.H., "The motion of Gas-Stream in Close Binary Systems",1960, ApJ., v.132,pp.162), в которой предполагалось, что градиенты давления на порядок меньше, по сравнению с эффектами гравитации, сил Кориолиса и центробежных сил, и в этом приближении аналитическими методами определялось движение потока, текущего из внутренней точки Лагранжа (L_1). Численными методами гидродинамики движение потока исследовалось в Flannery Brian P. "Gas Flow in Cataclysmic Variables Stars", 1975, ApJ., v.201, pp.661-694.

Самой фундаментальной работой по исследованию свойств потока и его движения в полости Роша гайнера-аккретора, значение которой трудно переоценить, является статья Lubow,S.H.,Shu,F.H."Gas Dynamics in Semidetached Binaries", 1975, ApJ, v.198, pp. 383-405. В ней окончательно были установлены эти свойства и было выяснено, как поток должен двигаться в полости Роша аккретора. В этой работе при предположении, что скорость потока во внутренней точке либрации много меньше (скажем на порядок) орбитальной скорости движения компонент по их орбитам вокруг общего центра масс (их отношение ε является малой величиной), было определено полуаналитическими методами (разложение решения в ряды по степени малости ε), что скорость потока во внутренней точке Лагранжа равна локальной скорости звука, размер потока в этой точке в единицах орбитального разделения равен ε, при движении потока в полости Роша аккретора он практически не расширяется в радиальном направлении, поскольку просто не успевает это сделать. Был также определен размер аккреционного диска, формирующегося из потока.

Среди работ по анализу присутствия вещества в окрестностях компонент ВТДС, выполненных в Одесской астрономической обсерватории, мы уже упоминали работы В.Г.Каретникова по спектрофотометрии уникальных ТДС. Идея этих работ была такова, что, если есть хорошо исследованные ВТДС, то тогда известны спектральные классы и классы светимостей компонент данной системы звезд и, следовательно, известны спетрофотометрические распределения энергии для каждой из компонент данной ТДС. Исходя из этого, можно сказать, что, если из наблюдения получить распределения энергии в спектре для данной ВТДС в целом в зависимости от орбитальной фазы и вычесть из этих распределений спектрофотометрию отдельных компонент данной ВТДС, то тогда у нас, по идее, должна остаться только спектрофотометрия, принадлежащая околозвездному веществу, причем в зависимости от орбитальной фазы. Трудность была в том, что спектральный материал (распределения энергии и эквивалент-

ные ширины спектральных линий), полученный для таких исследований, был низкодисперсионный, то есть не очень хорошего качества, и поэтому возникали проблемы с определением присутствия вещества на разных орбитальных фазах, но значение этих работ трудно переоценить, поскольку это была первая попытка наблюдательного изучения присутствия газа в ВТДС.

Здесь следует сказать, что в Одессе с конца 70-х годов под руководством В.Г.Каретникова работала целая группа исследователей, занимающихся наблюдательным и теоретическим изучением присутствия газа в ВТДС. Наблюдательными аспектами этих исследований занимались С.В.Куценко, Е.В.Менченкова. Л.В.Глазунова и Г.В.Волкова. Теоретическими аспектами исследований движений газа в ВТДС занимался В.В.Назаренко. Эти теоретические работы начались с конца 80-х годов, в то время, когда в Одесской обсерватории появились первые персональные компьютеры (PC). На базе этих компьютеров были созданы сначала одномерные (1993, ARep., V.37, P.55, Nazarenko V.V. Formation of a gas stream in the vicinity of the inner Lagrangian point. Two-dimensional problem; 1992, SvA, V.36, P.618, Nazarenko V.V. Formation of a Gas Stream in the Vicinity of the Inner Lagrangian Point; 1992, AZh, V.69, P.1207, Nazarenko V.V., The formation of a gaseous flow in the vicinity of the inner Lagrangian point), потом двумерные, а затем и трехмерные программы, вычисляющие на первых порах формирование потока в окрестности внутренней точки Лагранжа для различных типов ТДС. Идея этих вычислений заключалась в том, чтобы проследить, от чего зависит начальная структура потока и как она меняется для каждого типа ТДС, начиная с долгопериодических двойных (контактные ранние системы и массивные полуразделенные системы с

Таблица 1

System	$M_1(M_\odot)$	$M_2(M_\odot)$	T(K)	A($R_\odot$)	$P_0(d)$	M ($M_\odot$/year)
			W Ser stars			
β Lyr	2.0	12.0	11,000	55.0	13.0	$6\ 10^{-6}$
RY Sct	10.0	33.0	28,000	75.0	11.0	$1\ 10^{-6}$
V 367 Cyg	2.3	3.6	12,000	53.0	18.0	$3\ 10^{-6}$
			Massive semi-detached binaries			
AO Cas	17.0	23.0	39,000	33.0	3.5	$1\ 10^{-7}$
XZ Cep	14.0	18.0	25,000	40.0	5.1	$2\ 10^{-7}$
V 448 Cyg	8.0	21.0	22,000	45.0	6.5	$3\ 10^{-7}$
			Semidetached binaries			
RY Gem	0.4	2.2	4,220	28.0	9.3	$2\ 10^{-7}$
RY Per	2.0	6.7	5,800	31.0	6.9	$5\ 10^{-9}$
CX Dra	2.0	7.0	6,500	30.0	6.7	$2\ 10^{-8}$
TX UMa	1.0	3.2	6,800	14.0	3.1	$1\ 10^{-8}$
			W UMa stars			
W UMa	1.2	0.6	6,000	2.4	0.46	$1\ 10^{-8}$
SW Lac	1.2	0.7	5,500	2.6	0.32	$2\ 10^{-7}$
AW UMa	2.5	0.2	7,400	3.4	0.44	$1\ 10^{-8}$
V566Oph	1.6	0.4	6,800	2.9	0.41	$2\ 10^{-8}$
44iBoo	0.8	0.5	6,000	1.9	0.26	$1\ 10^{-7}$
AK Her	1.1	0.4	6,300	2.7	0.42	$1\ 10^{-8}$
			eclipsing binaries of R CMa stars			
DN Ori	0.2	2.7	6,500	32.8	13.0	$3\ 10^{-7}$
S Cnc	0.2	2.3	4,700	25.5	9.5	$1\ 10^{-7}$
S Vel	0.2	1.6	4,000	16.7	5.9	$2\ 10^{-7}$
R CMa	0.2	1.5	4,500	5.4	1.1	$1\ 10^{-8}$
			cataclysmic variables			
SU UMa	0.6	1.0	4,220	1.3	0.12	$1\ 10^{-10}$
U Gem	0.5	0.5	4,000	0.5	0.03	$1\ 10^{-11}$

© Observatory and Planetarium Brno • Provided by the NASA Astrophysics Data System

© Observatory and Planetarium Brno • Provided by the NASA Astrophysics Data System

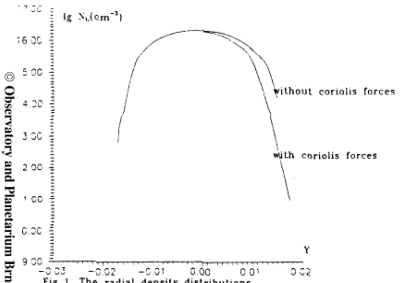


Fig 1. The radial density distributions for SU UMa in cases of the present or absent of coriolis forces in the calculations.

Рис. 1.

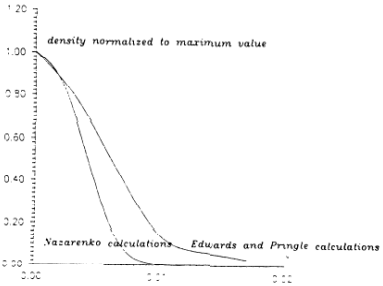


Fig 2. The density distributions along radial direction for SU UMa.

Рис. 2.

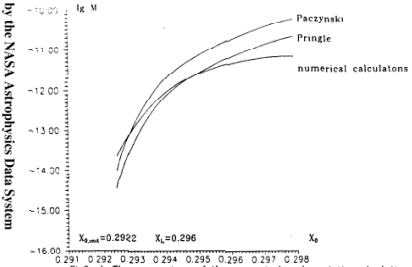


Fig3 a). The comparison of the numerical and analytic calculations in the case of the binary parameters: M_1=3.6 and M_2=0.4 in units of solar mass; A=3 10^{10}cm; T_{eff}=4000 K

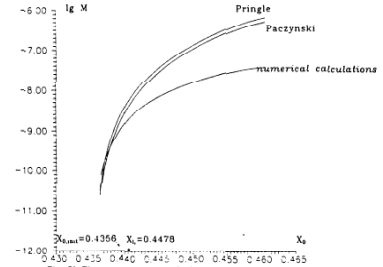


Fig 3b.The comparison of the numerical end analytic calculations for the binary parameters M_1=2.5; M_2=1.5 A=3 10^{10}cm; T_{eff}=6,000 K. The mass is in units of solar mass

Рис. 3.

орбитальными периодами порядка 5-15 дней) и заканчивая короткопериодическими двойными катаклизмическими переменными звездами (ВТДС, где звезда-донор – карлик с массой порядка массы Солнца и звезда-аккретор – белый карлик с орбитальными периодами порядка 5-6 часов).

Большим достоинством этих вычислений являлось то, что структура донора в окрестности точки L_1 в начальный момент времени конструировалась, используя модели атмосфер из атласа Куруца. Таким образом, структура потока в этих вычислениях оказывалась тесно связанной с параметрами конкретной двойной звезды. Параметры ВТДС, используемые в вычислениях, приведены в таблице 1, а результаты вычислений в таблице 2 и нижеследующих рисунках. Важным моментом указанных выше вычислений является то, что в них учитывалась сила Кориолиса, что делает вычисления более реалистичными. На рис. 1, 2 и 4 показаны радиальные распределения концентрации в потоке в точке L_1 для различных вариантов счета и разных типов ВТДС (рис. 4). На рис. 3 показаны зависимости скорости потери массы донором через точку L_1, выраженные в массах Солнца в год в логарифмической шкале от степени переполнения донором его полости Роша, выраженной в единицах его радиуса. Главным результатом вычислений формирования потока в окрестности точки L_1 для разных ВТДС является то, что эти вычисления подтвердили свойства потока, определенные в работе Любова и Шу.

Таблица 2

Name	N_{L_1} (á$^{-3}$)	T_{L_1}	V_{L_1} (ŕ/á)	V_{L_2} (ŕ/á)	R_s	R'_s	R_R	F	M($M_\odot$/úŽñ)
early-contact or W Ser stars									
V367 Cyg	5 10^{14}	52,000	28.5	26.7	0.190	0.190	0.34	55	2 10^{-9}
β Lyr	6 10^{14}	46,000	30.0	27.0	0.15	0.12	0.22	120	6 10^{-6}
RY Sct	2 10^{15}	69,000	32.3	30.8	0.150	0.090	0.27	160	1 10^{-5}
contact or W UMa stars									
AW UMa	2 10^{16}	12,356	10.1	13.0	0.034	0.033	0.50	3856	2 10^{-8}
V566 Oph	2 10^{16}	19,586	14.4	16.5	0.040	0.046	0.47	3774	2 10^{-8}
AK Her	4 10^{16}	11,422	11.5	12.5	0.033	0.039	0.46	3661	1 10^{-8}
W UMa	2 10^{17}	31,634	22.8	20.9	0.027	0.057	0.44	5350	1 10^{-7}
SW Lac	6 10^{17}	26,051	17.8	18.9	0.032	0.046	0.45	7419	3 10^{-7}
44i Boo	3 10^{17}	23,223	17.6	17.9	0.039	0.050	0.42	5029	1 10^{-7}
massive semidetached binaries									
AO Cas	1 10^{14}	32,500	25.0	23.6	0.065	0.050	0.36	1707	7 10^{-8}
V448 Cyg	2 10^{14}	29,000	25.2	22.6	0.057	0.100	0.30	1500	3 10^{-7}
XZ Cep	2 10^{14}	33,700	26.5	24.2	0.066	0.060	0.36	1250	2 10^{-7}
seme-detached binaries									
CX Dra	2 10^{14}	3,900	6.8	8.0	0.025	0.036	0.27	3274	2 10^{-8}
RY Gem	5 10^{14}	2,900	6.4	7.2	0.036	0.043	0.23	3671	2 10^{-7}
RY Per	6 10^{14}	3,400	7.9	7.6	0.034	0.035	0.26	3278	5 10^{-8}
TX UMa	9 10^{13}	3,600	6.5	7.4	0.027	0.041	0.28	2212	7 10^{-9}
eclipsing binaries of R CMa stars									
DN Ori	3 10^{15}	3,970	6.1	8.0	0.060	0.060	0.16	464	3 10^{-7}
S Cnc	2 10^{15}	2,980	6.4	7.2	0.050	0.050	0.16	726	8 10^{-8}
S Vel	1 10^{16}	5,570	7.9	9.9	0.050	0.070	0.19	1009	2 10^{-7}
R CMa	1 10^{16}	4,050	6.5	8.4	0.030	0.040	0.20	2598	7 10^{-9}
cataclysmic variables									
SU UMa	1 10^{16}	4,556	7.3	8.9	0.016	0.018	0.35	14969	7 10^{-11}
U Gem	1 10^{16}	7,556	8.2	11.4	0.012	0.017	0.40	53810	3 10^{-11}

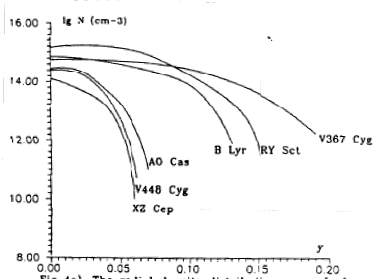


Fig 4a). The radial density distributions near L_1 for early-contact binaries and one having the high effective temperature of the components (AO Cas type)

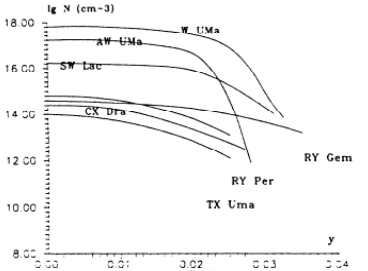


Fig 4b). the radial density distributions near L_1 for beta Persei and WU UMa stars.

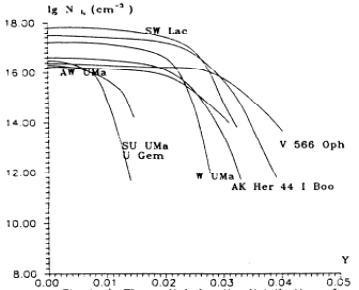


Fig 4 c). The radial density distributions for WU UMa and cataclysmical binaries.

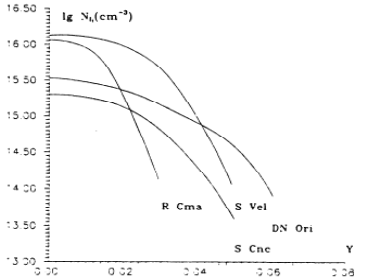


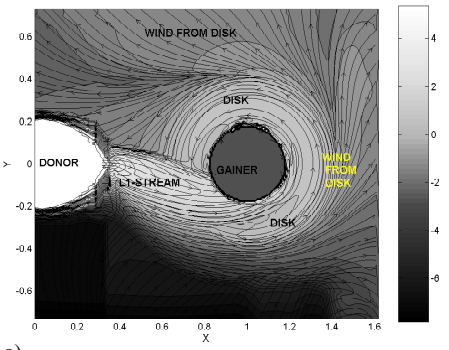
Fig 4 d). The radial density distribution for R CMa

Рис. 4.

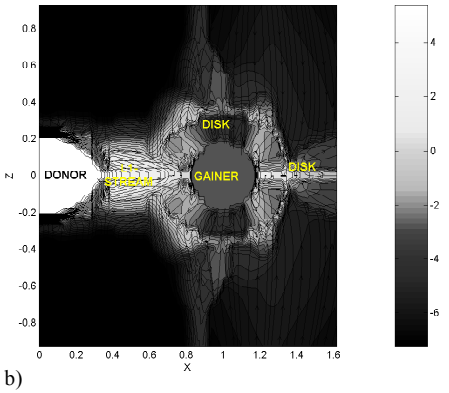
© Observatory and Planetarium Brno • Provided by the NASA Astrophysics Data System

С начала 2000 года в Одессе разработаны двумерные (2000 год), а потом и трехмерные (2003 год) программы вычисления не только формирования потока, но и его движения в полости Роша гайнера-аккретора. Начиная с этого момента времени в Одессе стали проводиться вычисления формирования оболочек для разных типов ВТДС, в первую очередь для тех, для которых вычислялось формирование потока в более ранних работах. Очень важной частью этих вычислений являются работы по формированию оболочек в алголеподобных системах (AS Eri, β Persei, RZ Cas, TX UMa) и контактных ранних (пример β Lyrae). Сравнение вычислений для разных типов ВТДС показывает вполне ожидаемое большое разнообразие характеристик газовых структур, что должно повлиять на пути дальнейшей эволюции конкретных двойных звезд и иных звезд их подклассов.

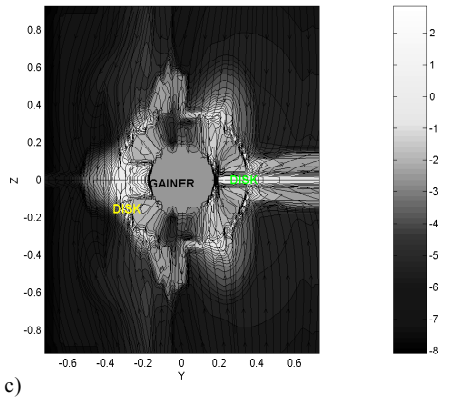
Как пример, трехмерные вычисления для системы TX UMa показаны на рис. 5, где даны последовательно в орбитальной плоскости XY (a), плоскостях ZX (в) и ZY (c) линии равной плотности и линии тока. Из рис. 5a видно, что вещество из потока формирует почти круглую оболочку-диск, окружающую гайнер, и вещество из этого диска, с его внешнего радиуса оттекает от диска, образуя дисковой ветер, в котором наблюдается спиралевидная структура. В вертикальном направлении (рис. 5 в-с) структура диска такова, что вещество в нем концентрируется к орбитальной плоскости и при этом видна круглая оболочка, окружающая весь гайнер целиком.



a)

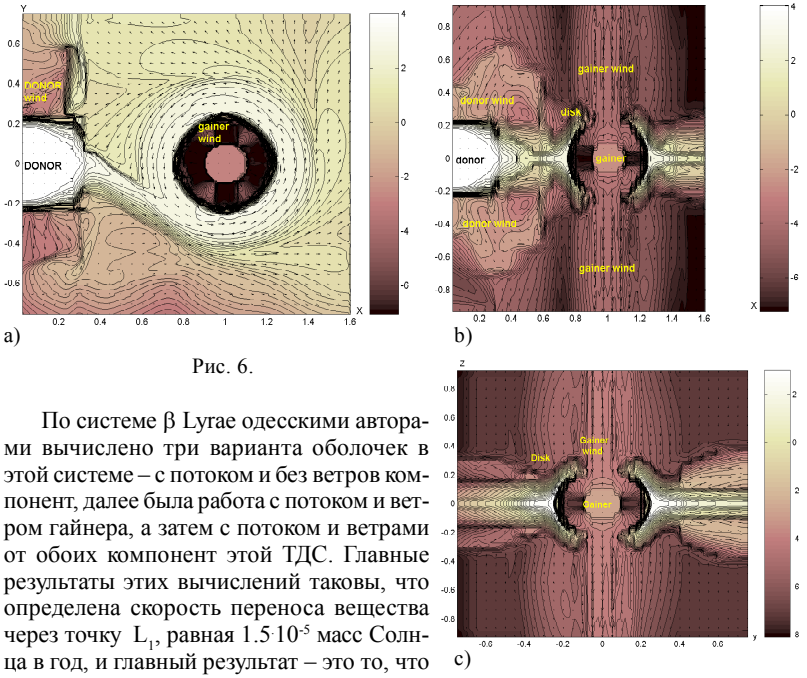


b)



c)

Рис. 5.



a) b) c)

Рис. 6.

По системе β Lyrae одесскими авторами вычислено три варианта оболочек в этой системе – с потоком и без ветров компонент, далее была работа с потоком и ветром гайнера, а затем с потоком и ветрами от обоих компонент этой ТДС. Главные результаты этих вычислений таковы, что определена скорость переноса вещества через точку L_1, равная $1.5 \cdot 10^{-5}$ масс Солнца в год, и главный результат – это то, что определена причина существования геометрически и оптически толстого диска в этой системе – причина в том, что очень мощный поток, текущий от точки L_1, взаимодействует с ветрами компонент этой ТДС, и в результате этого вещество в потоке оттекает от орбитальной плоскости, формируя толстый диск (см. рис. 6 a, b, c). Все эти результаты опубликованы в 2013 году (АЖ, т. 57, стр. 294, V.Nazarenko, L.Glazunova "Three-dimensional hydrodynamical modeling of the two-component wind and accretion disk in the close binary β Lyrae").

Что касается трехмерных численных исследований системы β Lyrae, следует отметить работу Московской группы исследователей ВТДС (совместно с Чешскими астрофизиками) – Bisikalo D.V., Harmanec P., Boyarchuk A.A., Kuznetsov O.A., Hadrava P., A&A, 2000, v.353, p.1009, "Circumstellar structures in the eclipsing binary β Lyrae. Gasdynamical modelling confronted with observations"), в дальнейшем получивших много важных результатов при исследовании взаимодействующих тесных двойных систем.

Ниже мы приводим общие данные по трем классам двойных звезд, названным по методам их обнаружения: визуально-двойным, видимым при наблюдениях раздельно, спектрально-двойным, двойственность которых обнаруживается по смещению спектральных линий, и затменно-двойным (их также называют фотометрическими двойными), показывающих фотометрическую переменность двойной звезды, вызванную взаимными затмениями звезд пары. Следует отметить, что визуально-двойные – это широкие пары

Таблица 3

Яркие визуально-двойные звезды (яркая звезда А, слабая – В)

Звезда	α (2000.0) h m	δ ° ′	$m_A + m_B$	$Sp_A + Sp_B$	a"	Цвет
η Cas	00 49	+57 49	3.5 + 7.4	G0 V + M0	13	Желтая-красная
γ And	02 04	+42 20	2.3 + 5.1	K3 II + F0	10	Желтая-зеленая
η Per	02 51	+55 53	3.8 + 8.5	K3 Ib + ?	28	Оранжевая-голубая
ι Cnc	08 47	+28 46	4.2 + 6.8	G8 II + A3 V	31	Желтая-голубая
γ Leo	10 20	+19 54	2.6 + 3.8	K0 + K0	4	Оранжевые обе
α CVn	12 56	+38 19	2.9 + 5.6	B9.5 + F0	20	Желтая-фиолетовая
ζ UMa	13 24	+54 55	2.3 + 4.0	A2 + A2	14	Белая-белая
ε Boo	14 45	+27 04	2.7 + 5.1	K0 II + A0 V	3	Желтая-зеленая
β Sco	16 05	–19 48	2.6 + 5.1	B0.5 V + B2 V	14	Белая-зеленая
α Her	17 15	+14 24	3.5 + 5.4	M5 II+G5 III	5	Оранжевая-зеленая
ζ Lyr	18 45	+37 36	4.3 + 5.7	A3 + A3	44	Белая-белая
θ Ser	18 56	+04 12	4.5 + 5.4	A5 + A5	22	Белая-белая
δ Dra	19 13	+67 39	4.9 + 4.9	A5 + A5	62	Белая-белая
β Cyg	19 31	+27 57	3.1 + 5.4	K3 II + B8 V	35	Желтая-голубая
γ Del	20 47	+16 08	4.3 + 5.3	K1 IV + F7 V	10	Желтая-зеленая
61 Cyg	21 04	+38 38	5.2 + 6.0	K5 V + K7 V	28	Оранжевые обе

Таблица 4

Яркие спектрально-двойные звезды

Имя звезды	Название звезды	α (2000.0) h m	δ ° ′	m_V	Спектр	Период в сутках
Сиррах	α And	00 08. 4	+29 05.4	2.06	B8 IV	96.7
Шератан	β Ari	01 54.6	+20 48.5	2.64	A5 V	107.0
Алголь	β Per	03 08.2	+40 57.3	2.12	B8 V	2.87
Ригель	β Ori	05 14.5	-08 12.1	0.12	B8 I	9.9
Менкаб	β Aur	05 59.5	+44 56.8	1.90	A2 IV	3.96
Кастор	α Gem	07 34.6	+31 53.3	1.58	A1 V	9.2; 2.9; 0.8
Мицар	ζ Uma	12 23.9	+54 55.5	2.27	A1 V	20.5
Спика	α Vir	13 25.2	-11 09.7	0.98	B1 III	4.01
Гемма	α CrB	15 34.7	+26 48.9	2.23	A0 V	17.36
Гинах	ε Cyg	20 46.2	+33 58.2	2.46	K0 III	?

звезд с небольшими массами, тогда как спектрально- и затменно-двойные звезды показывают большое разнообразие масс, светимостей и размеров орбит составляющих их звезд. В составе последних есть и широкие, и тесные пары, а также много компонентов с уникальными свойствами, например, компоненты пар – релятивистские объекты.

В таблице ярких визуально-двойных звезд не приведены периоды их обращения вокруг центра масс систем, так как они составляют многие десятки и сотни лет. Эти объекты для широкого круга читателей интересны, прежде всего, их красивым внешним видом. Таблица ярких спектрально-двойных звезд интересна для любителей астрономии возможностью посмотреть изменения положений спектральных линий (если есть под рукой телескоп со спектрометром). Наиболее полезна любителям астрономии таблица с данными о ярких затменно-двойных звездах, которые хоть и хорошо изучены, но представляют возможности как для обу-

чения фотометрии, так и для исследования многих эффектов, имеющихся у этого типа двойных звезд, например, изменяемости их периодов. Программы для опытных наблюдателей есть на сайте http://uavso.pochta.ru.

Таблица 5

Яркие затменно-двойные звезды

Звезда	Тип звезды	α (2000.0) h m	δ ° '	m max	m min	Эпоха M_o в J.D. 2457...	Период P в сутках
TV Cas	EA	00 19.2	+59 09	7.2	8.2	752.824	1.8125944
U Cep	EA	01 02.2	+81 53	6.8	9.2	752.262	2.4930475
RZ Cas	EA	02 49.0	+69 38	6.2	7.7	753.660	1.1952489
β Per	EA	03 08.2	+40 57	2.1	3.4	753.030	2.8673075
λ Tau	EA	04 00.7	+12 30	3.4	3.9	751.428	3.9529478
TU Cam	EB	05 54.9	+59 54	5.1	5.3	753.955	2.9332410
W UMa	EW	09 43.8	+55 57	7.8	8.5	753.332	0.33363749
FO Vir	EB	12 29.8	+01 06	6.5	6.8	753.062	0.775567
HT Vir	EW	13 46.1	+05 07	7.1	7.5	753.386	0.40767009
δ Lib	EA	15 01.0	-08 31	4.9	5.9	753.485	2.3273740
ι Boo	EW	15 03.8	+47 39	5.8	6.4	753.374	0.2678159
BV Dra	EW	15 11.8	+61 51	7.9	8.5	753.422	0.3500671
U Oph	EA	17 16.5	+01 13	5.8	6.6	752.965	1.6773462
U Her	EB	17 17.4	+33 51	4.7	5.4	753.833	2.0510270
V 566 Oph	EW	17 56.9	+04 59	7.5	8.0	753.464	0.40964569
β Lyr	EB	18 50.1	+33 22	3.3	4.4	749.320	12.937630
VW Cep	EW	20 37.3	+75 36	7.2	7.7	753.360	0.27831460
GK Cep	EB	21 31.0	+70 49	6.9	7.4	753.927	0.936157
AH Cep	EB	22 47.9	+65 04	6.8	7.1	752.353	1.7747505
V373 Cas	EB	23 55.6	+57 25	5.9	6.3	759.794	13.4192

Расчет эфемерид моментов минимумов затменно-двойных звезд производится в юлианских датах по формуле $Min = M_o + P \cdot E$, где Min – юлианская дата расчетного момента главного минимума (MinI), M_o – дата момента начального главного минимума, взятая из 7 колонки таблицы 5, P – период изменения блеска, взятый из колонки 8 той же таблицы, а E – целое число периодов, прошедших от момента M_o. Расчет надо вести до получения значения Min, лежащего в пределах юлианских дат 2018 года (2458119-2458483), данных в первой колонке таблицы Солнце на страницах 14-36 данного календаря. По этой же таблице можно найти текущую календарную дату расчетного минимума (целая часть расчетного минимума), а дробная часть его дает время минимума по всемирному времени. Как выполнить перевод его в текущее время места наблюдений, описано на стр. 254.

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Переменные звёзды – это объекты, переменность которых была зарегистрирована при имеющейся точности за время их исследования. С точки зрения теории эволюции, постоянных звёзд не существует вообще. Малоамплитудной переменностью характеризуются все объекты, и часто трудно отделить собственную переменность (особенно, когда она не периодическая) от "шумов наблюдений". Со временем звёзды меняют свой блеск, но для его существенного изменения могут потребоваться сотни тысяч, а то и миллиарды лет. В последнее время количество звёзд, у которых открыта (статистически уверенно зарегистрирована) переменность, стремительно увеличивается в связи с созданием наземных и космических телескопов, оборудованных высокоточными ПЗС приемниками излучения. Для каждого из таких обзоров неба существует собственный каталог и система обозначений. Однако, наиболее полным каталогом является "Индекс переменных звёзд" (Variable Stars Index, http://aavso.org/vsx), который содержит на конец октября 2017 г. более 465 тыс. переменных звезд. В "Общем каталоге переменных звезд" (General Catalogue of Variable Stars, http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/) пока содержится только 52013 объектов, которым дали официальные названия, соответствующие системе обозначений переменных звёзд (напр., AM Her, V808 Aur, RR Lyr, W UMa).

Из этого огромного количества объектов,каждый из которых по-своему интересен, научную ценность представляют наблюдения существенно меньшего количества звёзд. Это зависит от их звёздной величины, амплитуды, точности, обеспечиваемой имеющимся оборудованием – телескопом, оптической системой, фильтром и приёмником излучения.

В данном разделе рассмотрим группы звёзд, предлагаемых для наблюдений. В Американской ассоциации наблюдателей переменных звёзд (AAVSO, http://aavso.org), наиболее удобными для наблюдений считаются звёзды, приведенные в таблице. Мы отсортировали их по типам. Наиболее привлекательны пульсирующие звёзды типа Миры Кита (omicron Ceti, o Cet, мириды), обозначаемые буквой M. Они имеют наибольшие амплитуды из всех пульсирующих звезд, и поэтому их сравнительно легко открывать и наблюдать. В таблице приведены название, диапазон изменения блеска и период. На самом деле, форма кривой блеска, блеск в минимуме и максимуме и период испытывают изменения от цикла к циклу, и именно поэтому необходимы все новые и новые наблюдения. Пример использования таких наблюдений для статистического анализа приведен в статье http://adsabs.harvard.edu/abs/2006Ap.....49..506M.

Поскольку для таких долгопериодических звезд изменения в течение ночи несущественны, то режим наблюдения – "одна оценка блеска каждой звезды в ночь". Вернее, для повышения точности, таких оценок делают 3-5, а потом усредняют. Ну, а звёзд выбирают либо несколько ("наблюдаем только вечером, завтра утром на работу"), либо десятки или даже сотни ("всю ночь до утра").

Весьма интересны полуправильные переменные звёзды. Они показывают меньшие амплитуды, но существенно большую сложность кривых блеска, иногда наличие двух (и даже более) периодов, действующих одновременно или переключающихся с одного на другой. В результате математической обработки из длительных наблюдений можно получить характеристики пере-

Таблица

название	блеск	период	название	блеск	период
R And	5.8 – 14.9	409	R Hor	4.7 – 14.3	408
R Aqr	5.8 – 12.4	387	T Hor	7.2 – 13.7	218
S Car	4.5 – 9.9	149	R Hya	3.5 – 10.9	389
T Cas	6.9 – 13.0	445	R LMi	6.3 – 13.2	372
V Cas	6.9 – 13.4	229	R Leo	4.4 – 11.3	310
R Cen	5.3 – 11.8	546	R Oph	7.0 – 13.8	306
o Cet	2.0 – 10.1	332	R Ser	5.2 – 14.4	356
S CMi	6.6 – 13.2	333	R Sgr	6.7 – 12.8	269
χ Cyg	3.3 – 14.2	408	T Tuc	7.5 – 13.8	250
R Cyg	6.1 – 14.4	426	S UMa	7.1 – 12.7	226
T Her	6.8 – 13.7	165	T UMa	6.6 – 13.5	257
W Her	7.6 – 14.4	280	R Vul	7.0 – 14.3	137

менности. Примером является "Каталог основных характеристик 174 полуправильных звёзд" (http://adsabs.harvard.edu/abs/2000OAP....13..116C).

К пульсирующим относятся также звёзды типа RV (RV Tau), которые характеризуются либо наличием "двойной волны" с попеременно глубоким и мелким минимумом, либо наложением более короткой волны на медленную с периодом в десятки лет. AAVSO предлагает к наблюдениям R Sct (4.2^m-8.6^m, 146^d).

Следующими по популярности после мирид являются карликовые новые звёзды (Звёзды типа U Близнецов, U Gem, UG). Хотя формально для них пишут числа в графе "период", но их маркируют символом "*", потому что интервалы между вспышками могут отличаться от среднего значения на десятки процентов. Часто эту величину называют "циклом вспышек" или просто "циклом". AAVSO предлагают в качестве "самых простых" следующие звёзды: SS Cyg (7.7^m-12.4^m, 49.5^d), SS Aur (10.3^m-15.8^m, 55.5^d), RX And (10.4^m-15.4^m, 14^d), AB Dra (11.0^m-15.3^m, 13.4^d).

Также привлекают внимание звёзды с апериодическими, а потому непредсказуемыми изменениями блеска. И, если идёт активная "охота" любителей и профессионалов за новыми (в нашей Галактике) и сверхновыми (преимущественно в других галактиках) звёздами, вспышки которых предсказать невозможно, то звёзды типа RCB (R CrB, R Северной Короны), которые показывают ослабления блеска почти до нескольких величин (ранее их иногда называли также "антивспыхивающими" звёздами), находятся "на своём месте" и "ждут своих наблюдателей". AAVSO предлагает R CrB (5.7^m-14.8^m), RY Sgr (5.8^m-14.0^m).

Существуют наблюдательные программы по разным типам переменных звезд, включая системы с экзопланетами. Такие системы нельзя назвать классическими затменными двойными звездами, но это затменные системы, состоящие из звезды и планет, и поэтому они тоже являются переменными звездами. Для ПЗС наблюдений переменных звёзд, меняющихся в течении ночи, наиболее популярными являются катаклизмические переменные.Их периоды составляют несколько часов, а видов физической переменности насчитывается до 25, в зависимости от подтипа – промежуточные поляры (напр., http://www.astronet.ru/db/msg/1255572), карликовые новые подтипа UGSU (SU Большой Медведицы) со сверхгорбами (сообщения об регистрации вспышек рассылаются по e-mail от сети переменных звёзд VSNET).

Традиционно популярными для любителей являются определения моментов экстремумов из части кривой блеска вблизи минимума затменной двойной звезды или максимума пульсирующей звезды типа RR Лиры. Базы данных таких экстремумов публикуются в разных странах. Наиболее полную компиляцию опубликованных моментов минимумов затменных звезд собрали в Чешском астрономическом обществе (http://var2.astro.cz/ocgate/?lang=en). Основные их наблюдательные кампании – это: B.R.N.O. (затменных двойные), MEDUZA – (физически переменные), TRESCA (экзопланеты),

HERO – (объекты с высокой энергией излучения). Некоторые результаты и направления исследований переменных звезд разных типов по международной кампании "Междолготная астрономия", организованной в Одессе и объединяющей во временные рабочие группы астрофизиков разных стран, опубликованы в http://adsabs.harvard.edu/abs/2017ASPC..511...43A/.

В связи с развитием Интернета и возможности хранения огромных баз данных, стали публиковать таблицы наблюдений полностью. В частности, это важно даже для звезд с хорошей периодичностью (затменные, короткопериодические пульсирующие), поскольку с улучшением точности и продолжительности наблюдений настала эра не только "средних фазовых кривых", но и исследования их модуляции со временем. В частности, часть затменных переменных показывают фотометрический эффект О'Коннелла, связанный с наличием холодных пятен в атмосферах спутников. Однако, есть и (пока известные) две системы с экстремально большим проявлением горячего пятна в месте соударения аккреционного потока с атмосферой звезды. Модель для первой из них – V361 Lyr – была опубликована ровно 30 лет назад в статье http://adsabs.harvard.edu/abs/1987AN....308..235A. Эти звезды являются очень интересными объектами для последующих наблюдений, в связи с изменениями периода и наличием нескольких пятен, меняющих свое положение, форму и блеск.

Как уже отмечалось, в "Общем Каталоге Переменных звёзд" зарегистрировано более 50 тысяч объектов, и еще больше в "Variable Star Index", поэтому у наблюдателя широкие возможности выбрать, что наблюдать – от объектов, которые другие уже наблюдали в течении десятилетий, а то и столетий, до малоисследованных звёзд. В любом случае, такие наблюдения, при достаточной точности и количестве, имеют научную ценность. И эти наблюдения рекомендуют публиковать. В былые десятилетия такие наблюдения публиковались на бумаге как отдельными наблюдателями (напр., серия монографий Владимира Платоновича Цесевича (1907-1983)), так и национальными ассоциациями наблюдателей переменных звёзд в развитых странах, например, Французской (AFOEV, http://cdsarc.u-strasbg.fr/afoev/) и др.

Однако, глобализация привела к тому, что оригинальные наблюдения стали публиковать не только в национальных базах данных, но и в американской, давно являющейся фактически всемирной. На сайте AAVSO (http://aavso.org) размещены описания классификации переменных звёзд, инструкции к наблюдениям – визуальным или цифровым (ПЗС, CCD). Отдельный интерес представляет серия из многих десятков статей – "Переменная звезда сезона" (Variable Star of the Season, https://www.aavso.org/vsots_archive), где разные типы переменности описываются на примере наиболее интересных и исследованных звезд.

Для получения компиляции информации о конкретной звезде рекомендуются следующие основные сайты: General Catalogue of Variable Stars (http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/), Variable Stars Index (http://aavso.org/vsx), SIMBAD Astronomical Database – CDS (Strasbourg) (http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/). На этих сайтах содержится основная информация и ссылки на статьи с открытиями и определением характеристик (GCVS, VSX) или на статьи из основных реферируемых журналов и разные названия одной и той же звезды (SIMBAD). Все статьи о данном объекте в научных журналах можно найти в Astronomy Data System (http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html). В связи с тем, что многие звёзды имеют разные названия по разным каталогам (обычно почти полный список названий в SIMBAD и GCVS), в статьях следует указывать хотя бы наиболее распространённые. Начиная с названия в GCVS, как переменной звезды и далее по каталогу 2MASS или VSX, в которых идут координатные числа.

Очень важным является сохранение информации для других возможных исследователей, которые могут использовать усовершенствованные методы анализа (что позволяет улучить точность определения параметров от десятков процентов до десятков раз, см. напр. обзор http://adsabs.harvard.edu/abs/2016PhysJ...2..140A).

Сообщения об открытиях переменных звезд публикуют в электронных журналах "Переменные звёзды. Приложение" (http://www.astronet.ru/db/varstars/sect/300000356), "Information Bulletin on Variable Stars" (http://konkoly.hu/ibvs/). Более полные исследования, а также электронные приложения таблиц наблюдательных результатов публикуются в сравнительно новом "Open European Journal on Variable Stars" (http://var.astro.cz/oejv/).

Переменные звёзды представлены многочисленными группами и в соцсетях, где публикуются открытия (вспышки карликовых новых, новых, сверхновых), ссылки на интересные статьи или кривые блеска. В настоящее время наиболее популярны Variable Star Astronomy, Cataclysmic Variables, Long Period Variables (LPV).

Переменные звёзды чрезвычайно разнообразны и интересны. Они показывают большое разнообразие типов переменности, хотя традиционно им приписывают один тип, считающийся "основным". Наложение нескольких механизмов переменности может дать неожиданные "сюрпризы". А вот будут они зарегистрированы или нет, зависит не только от конкретной звезды, но в не меньшей степени от того, наблюдали ли эту звезду в таком состоянии, или нет.

Есть шутка, что "сделать открытие в астрономии просто – надо лишь телескоп в нужное время навести в нужное место". А Владимир Маяковский говорил о стихах, что "единого слова ради изводишь тысячи тонн словесной руды". Поэтому основная масса исследований – это наблюдения избранных звёзд. Но "дорогу осилит идущий", и открытия или регистрации интересных явлений происходят время от времени. Не пропустите!

Желаю читателям ясного неба во всех смыслах!

НАША ГАЛАКТИКА

Млечный Путь... Эта восхитительная светящаяся полоса вечернего летне-осеннего неба (в северном полушарии) опоясывает небосвод широким кольцом, передавая свечение миллиардов звезд нашей Галактики. Что же такое Галактика в современном понимании и когда и как сформировалось представление о нашей звездной системе? Несмотря на то, что большинство философов считает, что наука, как особая форма духовной деятельности, появилась в классической Греции периода расцвета демократии (VII-VI века до н. э.), ее зачатки (в частности, астрономии) прослеживаются еще в Древнем Египте, Вавилоне и Индии. Это были математические (геометрические) представления движений и положений Солнца, Луны, планет, вычисление лунных и солнечных затмений; детальное изучение звезд, их восходов, кульминаций и заходов. Но космологические представления, то есть описание картины мира, Вселенной, в том числе и нашей звездной системы, долго были на уровне мифов.

В древнегреческой же космологии можно уже выделить несколько направлений, поддерживаемых различными философскими школами. Так, пифагорейцы придерживались математического описания небесных движений и геометрического осмысления Вселенной. Это сыграло огромную роль в развитии астрономии. Эмпедокл, Анаксимандр, Анаксагор, Демокрит и Эпикур уделяли внимание эволюции мира и единству вещества во Вселенной. И вот уже в III веке до н.э. Евдокс объяснял сложное движение светил как сумму движений сфер. Эпикур от идеи относительности движения перешел к геометрическим доказательствам, подтвержденным наблюдениями, от двойного вращения Земли в плоскости экватора с периодом в одни сутки вокруг фантастического небесного тела Гестии (огонь) – к ее годичному обращению вокруг Солнца в плоскости эклиптики. Эпикур учил о бесконечности пространства, Аристарх – о бесконечной удаленности звезд.

Таким образом, философы античности были достаточно близки к современному взгляду на окружающий мир, место Солнца и звезд. Многие из них предполагали, что Млечный Путь состоит из звезд, но все еще были далеки от представления о звездной системе, Галактике, и действительном месте Земли и Солнца в ней. Возобладавшая, в конечном счете, геоцентрическая система Птолемея, на несколько столетий "законсервировала" научные поиски и исследования в других направлениях.

В 1610 году Галилео Галилей направил свой телескоп на Млечный Путь и сделал великое открытие – он обнаружил, что облака Млечного Пути состоят из огромного числа слабых звезд. Потребовалось еще полтора столетия, чтобы немецкий философ Иммануил Кант, опираясь на работы астронома Томаса Райта, и законы тяготения, открытые Исааком Ньютоном, пришел к выводу (1747-1755 годы), что наша звездная система, Галактика, большей частью которой и является Млечный Путь, может быть вращающимся диском, состоящим из огромного количества звезд, удерживаемых гравитационными силами, сходными с теми, что действуют в Солнечной системе. И этот диск, с места расположения Земли и Солнца в Галактике, выглядит как светящаяся полоса на небе. Таким образом, помимо высказанных ранее математических (геометрических) представлений, к исследованию мира была привлечена физика. "Млечный Путь – эклиптика для звезд", писал И.Кант, а "Сириус – централь-

ное тело". В последнем он заблуждался, однако высказал предположение, что некоторые из туманностей, известные к тому времени и видимые на ночном небе, могут быть другими галактиками. И снова потребовалось полтора столетия, чтобы эта догадка получила наблюдательное подтверждение.

Вместе с тем, уже в конце XVIII века, благодаря колоссальной работоспособности, гению и таланту Уильяма Гершеля, помощи его сестры Каролины, а впоследствии наблюдениям его сына Джона Гершеля, проведенным в Южном полушарии, методом подсчета звезд была построена картина нашей Галактики. Гершель дал убедительное доказательство тому, что расстояния до различных звезд неодинаковы, и что Солнце по отношению к ближайшим звездам движется в пространстве. Звездная система – Галактика, в которую входит и наше Солнце, имеет вид сплюснутого диска. Поскольку была обнаружена большая звездная плотность в Южном полушарии, это было свидетельством того, что Солнце не лежит в плоскости симметрии, а несколько возвышается и находится над плоскостью Галактики. Но само Солнце в этой картине мира все еще находилось в центре нашей большой звездной системы.

Благодаря наблюдениям Харлоу Шепли уже в XX веке был обнаружен настоящий центр Галактики по пространственному расположению 69 шаровых скоплений, хотя при этом Х.Шепли считал все туманности членами нашей звездной системы. А в конце 1923 года Эдвин Хаббл получил снимки туманности Андромеды и обнаружил на них цефеиды. Э.Хаббл оценил расстояние до туманности Андромеды в 930 тысяч световых лет, используя установленную Генриэттой Ливитт зависимость "период-светимость" для цефеид. Для того времени это была шокирующая цифра, хотя и вдвое меньше современных оценок. После этого стало ясно, что большинство спиральных туманностей – это гигантские звездные системы, находящиеся на огромных расстояниях от нашей Галактики. Именно Х.Шепли, а не Э.Хаббл, предложил называть внешние звездные системы "галактиками". А Э.Хаббл все еще был подвержен консервативным взглядам на мир, впрочем, который он сам и опроверг. Э.Хаббл, человек, доказавший, что Млечный Путь лишь одна из неисчислимого множества галактик, так и не перестал называть эти объекты "экстра-галактическими туманностями".

Следующим шагом в понимании строения Галактики было осознание того, что Млечный Путь содержит огромное количество газа и пыли. Одним из первых, кто обратил внимание на наличие поглощения света звезд межзвездной субстанцией, был швейцарский астроном Жан Филлип де Шезо (1744 год). Он, формулируя фотометрический парадокс (парадокс Шезо – Ольберса, – почему яркость ночного неба не такая как яркость Солнца, ведь огромное число звезд должно создавать очень яркое небо), заявил: облака пыли "закрывают" свет далеких звезд (в современной космологии фотометрический парадокс объясняется конечностью возраста Вселенной и конечностью скорости света). Спустя почти 100 лет, основываясь на наблюдениях звезд, о межзвездном поглощении русский астроном Вильгельм Яковлевич Струве в 1847 году установил: "Я не вижу никакого другого объяснения, помимо допущения, что интенсивность света убывает быстрее, чем обратно пропорционально квадрату расстояния, а это означает, что существует потеря света – ослабление при прохождении света через мировое пространство".

Поглощение и рассеяние электромагнитного излучения веществом (пылью и газом), находящимся в межзвездном пространстве между излучающим

астрономическим объектом и наблюдателем, описывается межзвездной экстинкцией, которая представляется зависимостью "поглощения света" от длины волны. В 30-е годы двадцатого столетия Роберт Трюмплер оценил его по спектрофотометрическим измерениям пар звезд и исследованию рассеянных скоплений. Газ и пыль в Галактике сосредоточены в различного рода облаках – от круглых черных компактных пылевых глобул до гигантских неправильной формы агрегатов. Таковы они в созвездиях Ориона, Тельца, Лебедя и Скорпиона. Эти космические облака связаны со спиральными рукавами Галактики, которые были известны ранее из наблюдений ярких звезд. Межзвездные линии поглощения открыты Джоном Хартманом в 1904 году. Они принадлежали атомам и ионам кальция, натрия, железа и титана (Ca, Na, Fe, Ti).

Бертил Линблад в 1925 году оценил скорость Солнца относительно звезд (20 км/с) и обнаружил два противоположно направленных потока звезд, обусловленных вращением Галактики. Ян Оорт в 1927 году на основе статистического изучения лучевых скоростей и собственных движений строго обосновал гипотезу Б.Линблада о вращении Галактики вокруг ее центра и показал, что Галактика вращается не как твердое тело – внутренние ее части вращаются быстрее, скорость вращения уменьшается с расстоянием от центра Галактики.

Наша Галактика Млечный Путь является большой дискообразной спиральной галактикой с перемычкой (бар), с диаметром диска, который мы наблюдаем в оптическом излучении по разным данным около 25-30 кпк (или около 10^5 световых лет). Она содержит около $3 \cdot 10^{11}$ звезд, а ее общая масса с учетом протяженного гало составляет около $6 \cdot 10^{11}$ масс Солнца ($M_\odot$), что почти в 5 раз превышает массу, сосредоточенную в пределах оптического диска. Помимо звезд, в Галактике содержится межзвездный газ, пыль, и, как показали исследования последних лет, в частности, спутника WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*), запущенного в 2001 году НАСА (*NASA, National Aeronautics and Space Administration*) для исследования реликтового излучения, образовавшегося в результате Большого Взрыва, большая доля темной материи и, возможно, темной энергии, связанные силами гравитационного взаимодействия. В 2009 году ЕКА (*ESA, European Space Agency*) с аналогичной целью была запущена космическая обсерватория "Планк" (Planck), названная в честь Макса Планка, известного немецкого физика. По ее данным, Вселенная состоит на 4.9% из обычного (барионного) вещества (по данным WMAP – 4.6%), на 26.8% из темной материи (против 22.4%) и на 68.3% (против 73%) из темной энергии. Непосредственно в Галактике эти пропорции могут отличаться.

Наша Галактика, как и другие спиральные галактики (S-галактики), характеризуется сложной многокомпонентной структурой. Яркий диск погружен в слабосветящуюся сферическую подсистему – гало. Центральная часть Галактики – это плотное эллипсоидальное сгущение звезд, называемое балджем (от англ. bulge – выпуклость), являющееся трехосным бароподобным образованием (по наблюдениям спутника COBE (*Cosmic Background Explorer*), запущенного в 1989 году для исследований реликтового фона), и ядро. В самом центре ядра (50-30 пк) находится компактный объект Стрелец А (Sgr A), возможно, представляющий собой черную дыру. В настоящее время крупномасштабная структура галактического диска обычно моделируется в виде двойного диска с экспоненциальным распределением плотности. Модель рассматривает тонкий диск, вертикальный масштаб вблизи Солнца 0.2-0.3 кпк и тол-

стый диск с вертикальным масштабом в 1 кпк, при максимальной высоте около 3 кпк и расстоянии Солнца от галактического центра R_0=7.5 кпк, протяженность диска оценивается в R=12 кпк.

Самыми распространенными звездами, населяющими галактический диск, являются холодные звезды – карлики; к типичным представителям тонкого диска можно отнести горячие звезды спектральных классов O-B, долгопериодические цефеиды, рассеянные звездные скопления (РС) и ассоциации, газо-пылевые туманности. Красные гиганты, долгопериодические и неправильные переменные звезды, белые карлики, новые звезды, пульсары, черные дыры и планетарные туманности в большей степени характерны для толстого диска. Сферическая подсистема (гало) – это красные карлики и субкарлики, красные гиганты, коротко- и сверхдолгопериодические цефеиды, звезды типа RR Лиры, шаровые скопления (ШС). Однако четкого разделения тех или иных типов звезд и объектов по структурным подразделениям в Галактике нет. Перечисленные объекты могут наблюдаться как в тонком, так и в толстом дисках, а также в гало.

С учетом оценок скорости убегания звезд в окрестности Солнца, равной 475 км/с, и скорости движения 200 км/с вокруг центра Галактики, получено, что гало Галактика простирается, по крайней мере, до R=46 кпк, то есть до Магеллановых Облаков – двух галактик неправильной формы (Ir-галактики), являющихся спутниками нашей Галактики, вращающимися вокруг общего с ней центра масс. Результаты исследования динамики систем шаровых скоплений, карликовых спутников Галактики и галактики Туманность Андромеды свидетельствуют о еще более массивном и протяженном гало (R=100-200 кпк). Именно аккрецированное гало, которое фактически делает видимой корону, состоящую из темного вещества, и простирается так далеко.

Еще в 1852 году Стивен Александер высказал предположение, согласно которому Млечный Путь представляет собой систему спиральных ветвей, исходящих из центра, в котором находится Солнце, а также все ярчайшие звезды. Бертил Линдблад, рассматривая движения звезд в больших скоплениях (галактиках), нашел, что звезды стремятся концентрироваться в спиральных рукавах, а спирали лидируют во вращении галактики (в настоящее время считается, что они "волочатся", отстают). Он первым (1955) высказал идею о том, что всякий спиральный рукав представляет собой не некоторое материальное образование, а волну. В 1964 году Ци-Цяо Лин и Франк Шу показали, что, благодаря гравитационной нестабильности, в галактиках могут существовать волны плотности спиралевидной формы, вращающиеся с угловой скоростью и распространяющиеся по радиусу с определенной групповой скоростью.

Рассматриваются различные причины возникновения волн плотности: это может быть существование в центре асимметричного образования – вращающегося бара, генератора волн или наличие гравитационной неустойчивости. По мере увеличения вращения и приобретения Галактикой формы диска возрастает число неустойчивых мод собственных колебаний. Наличие бара в центре нашей Галактики в последнее десятилетие XX века доказано рядом наблюдений. В 2005 году Робертом Бенджамином с коллегами были проанализированы данные GLIMPSE (*Galactic Legacy Mid-Plane Survey Extraordinaire*) каталога, содержащего около 30 млн инфракрасных источников излучения (ИК), полученные спутником "Спитцер" (*Spitzer Space Telescope, инфракрасный телескоп НАСА*). Они показали наличие длинного бара, проходящего через центр Галактики с полушириной

R_{bar}=4.4±0.5 кпк, наклоненного на угол φ=44°±10° к линии "Солнце – центр Галактики". Также образование спиральной структуры может быть вызвано внешними причинами, например, приливного характера, вызванного взаимодействием с близлежащей галактикой (к примеру, Большим Магеллановым Облаком – БМО) или прохождением в соответствующей близости другой галактики.

В последнее время получено все больше подтверждений тому, что в нашей Галактике содержатся объекты, ею захваченные, движущиеся и гравитационно взаимодействующие с объектами в межгалактической среде. Об этом говорят и кинематические, и спектральные исследования звезд шаровых скоплений в нашей Галактике, а также многочисленные снимки космического телескопа "Хаббл".

Оценки расстояния от Солнца до центра Галактики, приведенные в различных работах, заметно отличаются – от 7.10±0.54 кпк, опираясь на звезды балджа; и до 8.92±0.56 кпк, используя кинематику звезд центрального скопления в ядре Галактики. На основе анализа данных, собранных при помощи спутника ЕКА "Гайя" или "Гея" (Gaia, изначально от Global Astrometric Interferometer for Astrophysics, затем – богиня Земли, Гея), проведено измерение скорости вращения Солнца вокруг центра Галактики. Динамическое измерение скорости вращения Солнца вокруг центра Галактики: $V_{вр}$ = 239±9 км/с. В сочетании с измеренным собственным движением объекта в центре Галактики, Sgr-A, это дает расстояние до галактического центра: R_0=7.9±0.3 кпк. В 1985 году Медународным Астрономическим Союзом (МАС) для унификации пользования была рекомендована величина расстояния, равная 8.5 кпк.

Основные современные количественные оценки параметров Галактики представлены ниже. Следует заметить, что значения параметров нашей Галактики постоянно уточняются и зависят от методов и источников их определения, соответственно не являются точными и "окончательными" значениями.

Основные параметры Галактики:

Диаметр дисковой составляющей	30 кпк
Масса и шкала высот тонкого диска на R_0	$4\pm1\cdot10^{10}$ $M_\odot$, 300±50 пк
Масса и шкала высот толстого диска и на R_0	$8\pm3\cdot10^{9}$ $M_\odot$, 2.0±0.2 кпк, 900±180 пк
Балдж: угол, отношение осей, вертикальная шкала высот	27°±2°, 0.05±0.05, 180 пк
Длинный бар: угол, радиус, шкала высот тонкого бара	29.5°, 5.0±1.5°, 180 пк
Радиус сферической составляющей (внутреннее гало)	10 кпк
Расстояние от центра Галактики до Солнца	8.2±0.1 кпк (8.5 кпк, МАС 1985 год)
Положение Солнца над плоскостью Галактики	25±5 пк
Количество звезд в Галактике	Не менее 10^{11}
Общая масса звезд различных типов	$6\cdot10^{11}$ $M_\odot$
Общая масса Галактики, включая галактики спутники	$1.2\cdot10^{12}$ $M_\odot$
Скопление звезд в ядре (NSC): масса, радиус, отношение осей	$2\cdot10^{7}$ $M_\odot$, 4.2±0.4 пк, 0.71
Масса черной дыры (Sgr-A) в центре Галактики	$(4.2\pm0.2)\cdot10^{6}$ $M_\odot$
Период обращения Солнца вокруг ядра Галактики	250 млн лет
Полная угловая скорость Солнца относительно Sgr-A Круговая скорость вращения на радиусе Солнца	30.24±0.12 км/с 238 км/с

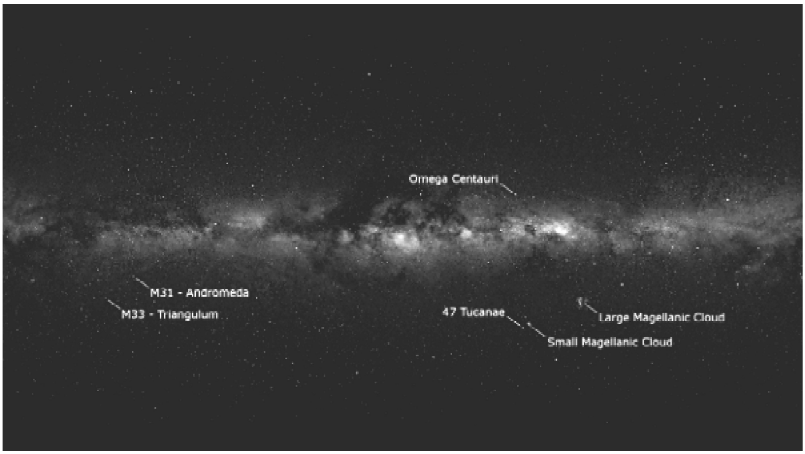


Рис. 1. Карта Галактики, построенная на основе данных миссии Гиппархос (118 000 звезд)

Две космические миссии Гиппархос и Гайя определяли точные положения и собственные движения звезд, на основе которых были построены карты нашей Галактики (рис. 1 и рис. 2). Мы видим, как совершенствуются наши знания о Галактике.

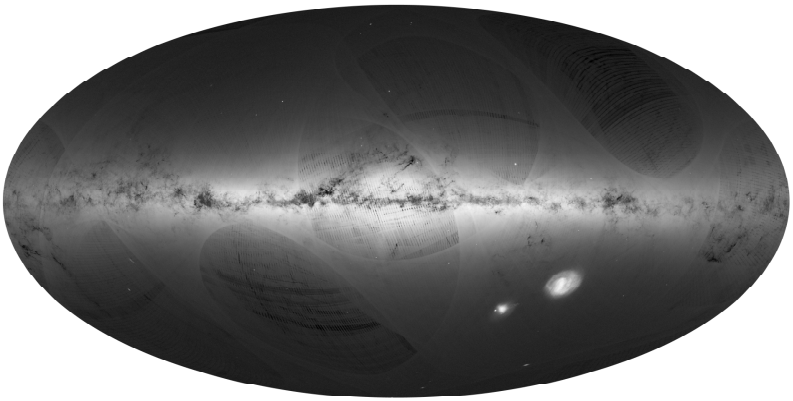


Рис. 2. Карта Галактики, построенная на основе данных миссии Гайя (1.1 млрд. звезд)

Большие надежды ученые связывают с космической миссией "Гайя", с помощью которой составлена подробная трехмерная карта нашей Галактики с указанием координат, направления движения и спектрального класса около миллиарда звезд, а научной задачей которой является исследование образования и эволюции нашей Галактики.

МИР ЗА ПРЕДЕЛАМИ ГАЛАКТИКИ

Разделы астрономического календаря содержат таблицы, описывающие явления, происходящие на небесном своде в текущем году, и даются обзоры достижений астрономии за предыдущие годы. Что такое астрономия? Обычный ответ – наука о звездах. Однако предмет исследований астрономии менялся на протяжениии тысячелетий существования этой науки. Античные ученые оставили нам звездные карты и теории, в которых делались попытки объяснения видимых перемещений Солнца, Луны и планет среди звезд. О физической природе небесных светил не говорилось почти ничего, поскольку наблюдательные возможности той эпохи не давали такой возможности.

Малая точность измерений позволяла описывать движения планет, как движения по идеальным окружностям, центры которых, в свою очерель, двигались по другим окружностям. В центре окружностей наибольшего радиуса находилась Земля, окружности меньших радиусов назывались эпициклами. Повышение точности наблюдений потребовало разработки других, более простых теорий, постепенно перешедших к исследованию физической природы небесных тел и их эволюционных изменений. Современная астрономия – наука, изучающая строение и развитие небесных тел на масштабах от межпланетной пыли и газа до Вселенной в целом.

При этом молчаливо предполагается, что законы физики, открытые на Земле и экспериментально проверенные на расстояниях, не превосходящих нашу планетную систему, справедливы и за ее пределами.

За пределами нашей Галактики находится почти вся Вселенная, но до недавнего времени можно было исследовать только наиболее крупные объекты – галактики. Данные о ярчайших галактиках северного неба даются в таблице этого раздела, в колонках которой содержатся номера по двум каталогам – New General Catalogue (NGC) и каталог Мессье (M), трехбуквенное обозначение созвездия (Созв.), экваториальные координаты (α_{2000}, δ_{2000}), угловой диаметр галактики в минутах дуги (D), ее интегральная звездная величина (m), тип и расстояние до галактики в миллионах световых лет (R). Большая часть галактик может быть проклассифицирована, как спиральные (S, spiral), эллиптические (E, elliptical), или неправильные (I, irregular). На рисунках 1 и 2 изображены две из перечисленных в таблице галактик – M63 и M110. Первая из них является одной из ярчайших спиральных галактик, вторая – ближайшей эллиптический галактикой.

Рис. 1. Спиральная галактика M63 (NGC5055) в созвездии Гончих Псов.

Спиральные галактики, одной из которых является наша Галактика – Млечный Путь, разделяются на два основных типа: S и SB. В галактиках типа S спиральные ветви выходят непосредственно из центральной части, тогда как в галактиках типа SB основания спиральных ветвей соединены перемычкой (баром). В зависимости от размеров центрального ядра, длины перемычки для галактик типа SB и степени открытости спиральных рукавов вводятся подтипы a, b или c.

Эллиптические галактики обозначаются символами от E0 до E7. Цифры отражают степень эллиптичности галактики – ноль для круглых галактик, семь для сильно вытянутых.

Неправильные галактики – это галактики без симметричной структуры, они обозначаются символами I или Ir с последующими цифрами. Ближайшие такие галактики – Большое и Малое Магеллановы Облака. Эти карликовые галактики являются спутниками Млечного Пути. Они расположены в южной полусфере и недоступны для наблюдений на широте Украины.

Магеллановы Облака – исторически первые галактики, по которым около ста лет назад был сделан вывод об обособленности нашей Галактики и о существовании других звездных систем. Первоначально расстояния до Магеллановых Облаков определялись по долгопериодическим пульсирующим переменным звездам – цефеидам. По современным данным расстояния до Большого и Малого Облаков равны 160 и 200 тысяч световых лет соответственно. Это примерно в 10 раз меньше расстояния до ближайшей крупной галактики – Туманности Андромеды (M31). Поэтому использование относительно небольших телескопов на рубеже XIX и XX столетий позволило исследовать отдельные ярчайщие звезды в Магеллановых Облаках.

Крупнейшие телескопы нашего столетия позволяют исследовать отдельные звезды, по абсолютной светимости превосходящие Солнце, во всех галактиках Местной Группы галактик, в которую входят Млечный Путь, туманности Андромеды (M31) и Треугольника (M33), спутник туманности Андромеды M110 (эти три галактики перечислены в таблице), Магеллановы Облака и около полусотни более слабых галактик. Для более удаленных галактик пока возможно исследование только наиболее ярких звезд. Это позволило протестировать теории звездной эволюции, которые первоначально создавались только по звездам Галактики.

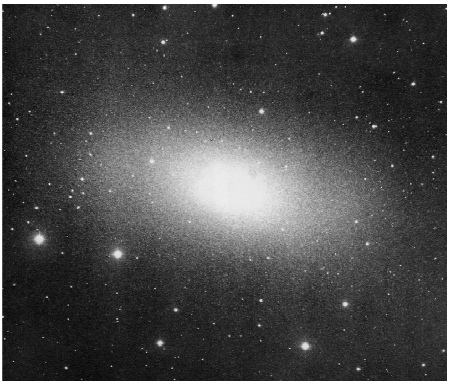


Рис. 2. Эллиптическая галактика M110 (NGC205) – спутник туманности Андромеды.

В последние годы было получено несколько наблюдательных результатов для объектов, которые находятся на последних стадиях эволюции наиболее массивных звезд. Таких звезд очень мало в Галактике, расстояния до них определяются с большой ошибкой, поэтому наблюдения

большого количества сверхгигантов в ближайших галактиках позволяют получить новые данные для сравнительного анализа. Еще в начале нашего века считалось общепризнанным, что эволюция массивных звезд оканчивается взрывом Сверхновой и образованием релятивистского объекта – нейтронной звезды или черной дыры. При этом принималась гипотеза об универсальности взрывов Сверхновых звезд, одним из следствий которой была возможность определения возраста звезд по содержанию радиоактивных элементов в их атмосферах. Однако наблюдательные результаты последнего десятилетия заставили признать, что взрывы Сверхновых сильно отличаются между собой.

Одним из таких результатов было обнаружение очень больших различий в содержании тория, найденному для звезд гало нашей Галактики. Полученные при помощи стандартной методики возрасты часто оказывались отрицательными – то есть, звезда с таким содержанием тория должна образоваться в будущем. Естественным объяснением этого противоречия было допущение неодинаковости процессов образования химических элементов в различных взрывах Сверхновых звезд.

Второй результат дал фотометрический патруль нескольких миллионов красных свергигантов в 27 близких галактиках, находящихся на расстояних до 33 миллионов световых лет, что примерно на порядок превосходит размер Местной Группы галактик. Наблюдения продолжаются. За первые четыре года патрулирования было зарегистрировано четыре обычные вспышки Сверхновых и четыре погасших красных сверхгиганта. Гравитационный коллапс красного сверхгиганта, происходящий без взрыва, то есть без вспышки Сверхновой звезды, был предсказан теоретически, но считался достаточно маловероятным. Наблюдения же показали, что количество таких событий может оказаться даже большим, чем количество вспышек обычных Сверхновых.

Третий результат дало подробное изучение наиболее яркой Сверхновой последнего столетия – Сверхновой 1987А в Большом Магеллановом Облаке. Ее максимальная яркость на земном небе доходила до четвертой звездной величины. На рис. 3 даны изображения остатка Сверхновой в рентгеновском, видимом и радио диапазонах спектра, полученные в 2015 году. Изучение этой звезды и оставшейся на ее месте туманности проводилось и проводится с использованием всех инструментальных возможностей современной астрономии как наземными, так и космическими телескопами. Одним из неожиданных, пока теоретических, результатов стало предсказание возможности наблюдений радиоактивных молекул –

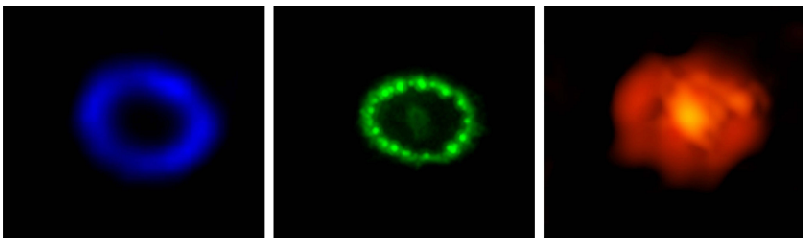


Рис. 3. Остаток Сверхновой SN1987A в Большом Магеллановом Облаке. Слева направо – снимки в рентгеновском, видимом и радиодиапазонах. Размер большой оси изображения в видимом диапазоне – около одной угловой секунды. Снимки получены в 2015 году.

окиси титана и других соединений с участием радиоактивных изотопов, которые в большом количестве были синтезированы в момент вспышки Сверхновой. Результаты одесских ученых показывают, что при распаде радиоактивных атомов, входящих в состав некоторых молекулярных соединений, молекула может сохраниться и наблюдаться методами обычной спектроскопии.

К настоящему времени не удалось обнаружить на месте взрыва SN1987A ни нейтронную звезду, ни черную дыру, которая должна быть детектируемой вследствие аккреции на нее вещества остатка Сверхновой.

Таким образом, вместо единого эволюционного сценария, оканчивающегося взрывом Сверхновой звезды, наблюдения ближайших галактик позволяют говорить, как минимум, о трех возможных вариантах окончания эволюции массивных звезд. Это взрыв Сверхновой с образованием релятивистского объекта, гравитационный коллапс красного сверхгиганта, происходящий без взрыва Сверхновой – то есть просто угасание сверхгиганта, и взрыв Сверхновой, сопровождающийся полным разрушением исходного сверхгиганта, при котором релятивистский объект не образуется.

Следует отметить, что три указанных возможности могут не являться концом эволюции сверхгиганта. Нейтронная звезда, которая с высокой степенью вероятности образовывается на месте красного сверхгиганта, может снова стать ядром гигантской звезды в случае, если на нее будет осуществляться интенсивная аккреция. В таком случае на поверхности нейтронной звезды зажигаются ядерные реакции, масса оболочки возрастает до 10-20 солнечных масс, и образовавщийся объект внешне будет мало отличаться от обычного красного сверхгиганта. Такие объекты, предсказанные Торном и Житковой в 1975 году, должны иметь существенные (до двух-трех порядков) избытки содержания химических элементов с атомными номерами от 35 до 50. Количество таких объектов в Млечном Пути может составлять от 10 до 100. Их поиски сейчас ведутся в галактиках Местной Группы.

На рис. 4 показан самый большой в мире радиотелескоп с заполненной апертурой, диаметр чаши этого телескопа составляет 500 метров. Он вступил в строй в 2016 году в южной части Китая. Развитие приемной аппаратуры в радиоастрономии позволило открыть новый тип небесных явлений – быстрые радиовспышки (FRB – fast radio bursts). Обнаружение таких объектов стало побочным продуктом программ поиска пульсаров. Были найдены короткие неповторяющиеся вспышки длительностью порядка тысячных долей секунды на частотах около одного гигагерца. К настоящему времени обнаружено несколь-

Рис. 4. Самый большой в мире радиотелескоп с полностью заполненной апертурой. Телескоп запущен в 2016 году в южной части Китая. Диаметр чаши – 500 метров. Радиотелескоп работает на длинах волн от 0.1 до 4 метров.

ко десятков таких вспышек. Источники вспышек могут находиться на космологических расстояниях, вплоть до красного смещения около единицы. Количество гипотез, которые уже предложены для понимания природы вспышек, примерно равно количеству зарегистрированных вспышек.

Одним из наиболее достоверных объяснений является падение небольших астероидов на нейтронную звезду. Количество энергии, выделяющееся при такого рода событиях, достаточно для регистрации современными радиотелескопами на космологических расстояниях. К сожалению, только несколько радиотелескопов могут работать в режимах, необходимых для поиска быстрых радиовспышек. Если гипотеза об аккреции астероидов на нейтронные звезды верна, то ожидаемая частота вспышек может достигать десятков и сотен событий в день. Следует отметить, что аналогичные процессы, происходящие в нашей Галактике, могут наблюдаться в оптическом и рентгеновском диапазонах. Возможно, одним из таких объектов является рентгеновский источник A0535+26 (V795 Тельца), изучавшийся на телескопах одесской обсерватории, оснащенных фотометрами с высоким временным разрешением.

Таким образом, новые данные по звездному населению ближайших галактик показывают, что Вселенная разнообразнее, чем наше представление о ней. Новое поколение оптических телескопов, имеющих эффективные диаметры 30-50 метров, которые должны вступить в строй в ближайшие десятилетия, как и новые космические телескопы, должны существенно углубить наше понимание строения и эволюции Вселенной. Вполне возможно, что сегодняшние гипотезы будут вызывать лишь улыбку, подобную улыбке, демонстрируемой двумя скоплениями галактик на рис. 5. Этот объект получил неформальное имя Чеширский Кот (один из персонажей известного произведения Льюиса Кэррола "Алиса в стране чудес").

Рис. 5. Пример гравитационного линзирования удаленных галактик: объект SDSS J103842.59+484917.7, неформальное имя – Чеширский Кот. Расстояние между двумя эллиптическими галактиками, образующими глаза Кота – около шести угловых секунд. Их красные смещения равны 0.426 и 0.433 соответственно. Обе галактики являются центрами двух относительно небольших скоплений, общая масса этих скоплений превышает 10^{14} солнечных масс. Красные смещения многочисленных галактик фона, которые видны, как отрезки дуг, и образуют подобие изображения кота, существенно больше и к настоящему моменту не измерены.

При этом, как уже указывадось в начале этого очерка, наши гипотезы предполагают справедливость локальных законов для всей Вселенной. Можем ли мы описать строение нашей планеты на основании закона всемирно-

Рис. 6. Большая Медведица над вулканами Чили и ее отражение в водном зеркале. Снимок сделан выпускником Одесского национального университета Юрием Белецким, сотрудником Европейской Южной обсерватории в Чили.

го притяжения? Все тела притягиваются к Земле и, одновременно, к друг другу. Более ста лет назад были проведены первые измерения силы тяжести и углов отклонения линии отвеса в точках Земли, где можно было ожидать наибольших отклонений – на побережьях между глубокими океаническими впадинами и высокими горами (рис. 6). За прошедшие сто лет такие измерения проводились неоднократно. Отклонений линии отвеса от вертикали найдено не было. В результате была принята гипотеза изостазии, согласно которой большая концентрация масс в горных массивах компенсируется менее плотными породами, которые находятся под ними.

Масса темной материи и темной энергии в современной космологии в десятки раз превосходят массу регистрируемого нами светящегося вещества. Легкая материя должна обязательно находиться под горами Земли. Все ли, что мы не понимаем сегодня, должно компенсироваться усложнением гипотез, объясняющих строение Вселенной?

ЯРКИЕ ГАЛАКТИКИ

NGC	M	Созв.	α (2000.0)	δ	*D*	*m*	Тип	*R*
205	110	And	$00^h\ 40.4^m$	+41° 41'	15'x8'	8.0	E5	2.4
224	31	And	00 42.7	+41 16	175x62	3.5	Sab	2.4
247		Cet	00 47.1	-20 46	19x5	8.9	Sab	8
598	33	Tri	01 33.9	+30 39	64x35	5.7	Sac	3.0
1068	77	Cet	02 42.7	-00 01	7	8.8	Sa	70
2403		Cam	07 36.9	+65 36	18x10	8.4	Sc	9.5
2903		Leo	09 32.2	+21 30	13x5	8.9	Sb	24
3031	81	UMa	09 55.6	+69 04	20x9	6.9	Sab	11
3034	82	UMa	09 55.8	+69 41	8x3	8.4	I0	11
3521		Leo	11 05.8	-00 02	7x4	8.9	Sbc	35
4258	106	CVn	12 19.0	+47 18	12x4	8.3	Sab	35
4472	49	Vir	12 29.8	+08 00	2	8.4	E2/S0	56
4486	87	Vir	12 30.8	+12 24	6	8.6	E0pec	56
4594	104	Vir	12 40.0	-11 37	8x5	8.3	Sa	17
4649	60	Vir	12 43.7	+11 33	2.5	8.8	E2	56
4736	94	CVn	12 50.9	+41 07	14x13	8.2	Sa	23
4826	64	Com	12 56.7	+21 41	10x4	8.5	Sa	25
5055	63	CVn	13 15.8	+42 02	13x8	8.6	Sbc	40
5194	51	CVn	13 29.9	+47 12	9x8	8.4	Sa	35
5457	101	UMa	14 03.2	+54 21	40	7.7	Sab	18

ЖИЗНЬ ВОЗЛЕ ЗВЕЗД

В.Н.Обридко

Рассмотрим особенности нашей Солнечной системы, имеющие важное значение для формирования биосферы и человека.

Введение. Итак – Жизнь и Звезды. Два понятия, которые мы усваиваем с младенчества и уверены, что прекрасно понимаем их смысл. Мы часто употребляем их в прямом и переносном смысле. Однако оказывается, что общепринятого строгого определения жизни не существует. Дело доходит до того, что серьезная научная конференция, посвященная вопросам возникновения и эволюции жизни на Земле, начинает с того, что отказывается обсуждать вопрос о том, что такое жизнь вообще. Сегодня мы не можем утверждать, что жизнь возникла на Земле. Более того, мы не можем смоделировать условия, при которых она определенно возникает. Вероятнее всего она существовала во Вселенной всегда и является ее неотъемлемым свойством.

Органические соединения наблюдаются в галактической среде, следы жизни можно найти на метеоритах досолнечного происхождения. Складывается впечатление, что вопрос о том, как и когда возникла жизнь, так же неправомочен, как вопрос о том, как и когда возникла материя. Есть основания полагать, что в Космосе существуют некоторые образования, которые можно условно назвать "зернами жизни", которые блуждают по Вселенной и могут интенсивно развиваться, попадая в подходящие условия. Поэтому вопрос о возникновении жизни теперь следует переформулировать на вопрос о ее эволюции – под действием каких факторов она сегодня на Земле именно такая, какую мы видим и изучаем.

Не хотелось бы, чтобы эту статью воспринимали как доказательство уникальности нашей планетной системы, но на некоторые ее особенности мы хотели бы обратить внимание.

Рукава Галактики. Эволюция биосферы происходила с переменной скоростью и палеонтологи находят целый ряд периодов, когда она ускорялась, есть естественное искушение связать эти моменты с воздействием внешних факторов. Среди прочих внешних причин можно упомянуть также прохождения через рукава Галактики (рис.1).

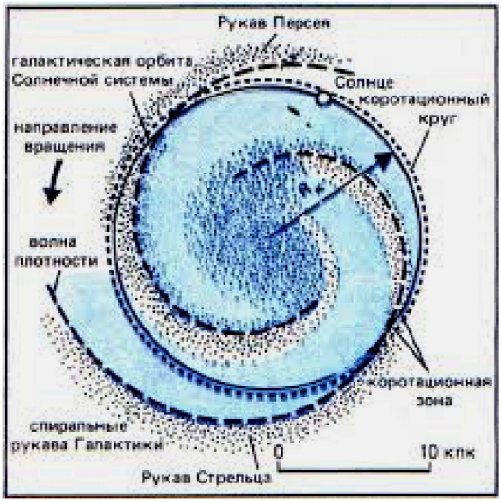


Рис. 1. Схема рукавов Галактики (рисунок взят из Википедии)

В окрестностях Солнца удается проследить участки двух спиральных ветвей –

их называют рукавом Стрельца и рукавом Персея. Солнце находится почти посередине между этими спиральными ветвями.

Солнце вращается вокруг центра Галактики, совершая один оборот примерно за 200 млн лет. Скорость вращения Солнца вокруг центра Галактики практически совпадает с той скоростью, с которой в данном районе движется волна уплотнения, формирующая спиральный рукав. Поскольку сами спиральные ветви вращаются с постоянной угловой скоростью, все звезды время от времени пересекают спиральные рукава. Единственное место, где скорости звезд и спиральных ветвей совпадают, это так называемая коротационная окружность, и именно на ней располагается Солнце. Для Земли это обстоятельство крайне благоприятно. Ведь в спиральных ветвях происходят бурные процессы, порождающие мощное излучение, губительное для всего живого. И никакая атмосфера не могла бы от него защитить. Но наша планета существует в относительно спокойном месте Галактики и в течение сотен миллионов и миллиардов лет не испытывала влияния этих космических катаклизмов.

Тем не менее, такие катаклизмы случаются, и есть гипотезы связывающие эти скачки в развитии Земли с пересечениями рукавов. На рис.2 показаны даты таких катаклизмов в сопоставлении с расчетными периодами пересечения рукавов. К этому можно добавить и так называемые пять великих вымираний:

– *Ордовикско-силурийское вымирание*. Самое первое массовое вымирание животных произошло около 450-440 млн. лет назад.

– *Девонское вымирание*. Произошло 374 и 359 млн. лет назад.

– *Великое Пермское вымирание*. Это самое массовое вымирание животных, из когда-либо случавшихся на нашей планете. Некоторые ученые называют Пермское вымирание – величайшим массовым вымиранием всех времен. Около 250 млн. лет назад исчезло 70% всех наземных животных. В океане дела обстояли еще хуже – погибло 96% морских видов.

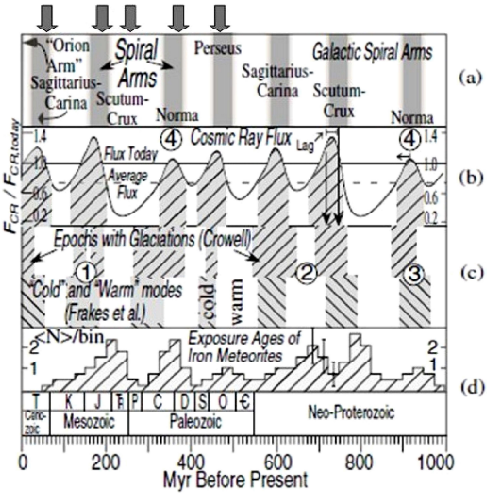


Рис. 2. Даты катаклизмов на Земле в сопоставлении с расчетными периодами пересечения рукавов (Voshage H., Feldmann, H., 1979).

– *Триасовое вымирание*. Вымерло 50% животных. Триасовое вымирание случилось 200 млн. лет назад.

– *Мел-палеогеновое вымирание*. Вымерло более 15% всех животных. Самое знаменитое вымирание, оно произошло около 65 млн. лет назад. Знаменито оно тем, что в это время на Земле вымерли динозавры.

Даты этих вымираний вставлены нами и показаны стрелками на верхнем обрезе рис.2.

Для каждого из этих вымираний дано правдоподобное объяснение, хотя все они не полностью доказаны. Например, вымирание динозавров обычно связывают с падением гигантского метеорита. Однако это утверждение нельзя считать доказанным. Некоторые палеонтологи сомневаются в этом. Есть основания полагать, что вымирание динозавров началось задолго до вероятной даты падения метеорита. И оно отнюдь не было катастрофическим, одномоментным, хотя и довольно быстрым в геологическом масштабе времени. Возможно, дело было в накоплении внутренних эволюционных изменений, которые часто приводят в разрушению сложных нелинейных систем.

Конечно, датировки как палеонтологические, так и астрономические содержат большую погрешность, но все-таки близость дат четырех из пяти великих вымираний к предполагаемым датам пересечения рукавов не следует сбрасывать со счета.

Особость Солнца. Приблизительно 9 лет назад профессор Лев Михайлович Мухин обратился ко мне с вопросом, можем ли мы сказать, какова была солнечная активность в период возникновения жизни на Земле. В то время, как и сейчас, главным направлением наших исследований была физика явлений солнечной активности. Второе важное направление, которое продолжается и сейчас, это было исследование воздействия явлений гелиогеофизической активности на здоровье и жизнь людей. Эти исследования актуальны и сейчас, и работы в этом направлении продолжаются. Некоторые результаты суммированы в монографии "Биотропное воздействие космической погоды" под редакцией М.В.Рагульской, 2010, 330 с. Однако предложение Л.М.Мухина мне показалось интересным и оно, несомненно, было связано с теми направлениями, которыми мы уже занимались. Так мы оказались участниками программы Российской Академии Наук (РАН) "Происхождение биосферы и эволюция гео-биологических систем". С тех пор программа несколько раз меняла свое название и сейчас она называется "Эволюция органического мира и планетарных процессов".

Уже в течение первого года нашей работы над этой программой стало ясно, что ответ на вопрос о солнечной активности на ранних стадиях возникновения Солнечной системы достаточно ясен. Из сопоставления с довольно большим числом молодых солнечно-подобных звезд, как и из некоторых теоретических расчетов ясно, что солнечная активность по любым параметрам была на 2-3 порядка более высокой, чем сейчас.

Таким образом, для молодой солнечной планетной системы космические факторы были решающими, что и подтвердили дискуссии на коллоквиуме. Однако продолжают ли космические факторы эффективно влиять на эволюцию биосферы? С одной стороны, Солнце сегодня стало значительно спокойнее. Мощных вспышек давно не было и, хотя есть работы японских коллег, говорящие о том, что сверхмощные вспышки могут происходить и на сегодняшнем Солнце, этот вопрос остается дискуссионным. Возможные вспышки сверхновых или гамма всплески, конечно, могли бы повлиять на биосферу, но эти явления не предсказуемы в будущем и с трудом обнаружимы в прошлом.

Следует заметить, что Солнце несколько выделяется на общем фоне. В каком-то смысле Солнце само не совсем "солнцеподобно".

На рис. 3, который взят из работ М.М.Кацовой и М.А.Лившица, показан индекс хромосферной активности звезд в зависимости от показателя цвета. Солнце обозначено кружком при значении B–V = 0.65.

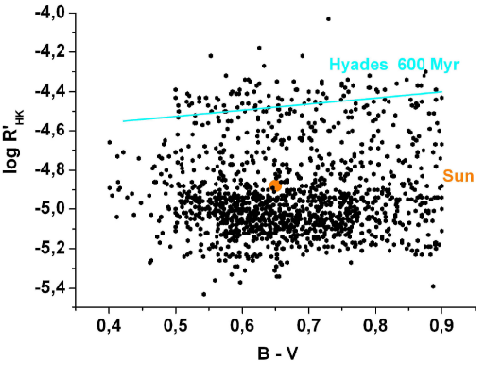


Рис. 3. Индекс хромосферной активности звезд в зависимости от показателя цвета. Солнце обозначено кружком при значении B–V = 0.65. Проведена изохрона для звезд в Гиадах с возрастом 600 млн. лет (Кацова М.М., Лившиц М.А. 2009).

На рис. 4 сопоставлены индексы хромосферной и корональной активности поздних звезд. При сопоставлении хромосферной и корональной активности обнаружена значимая группа звезд с невысокой хромосферной активностью, корональное излучение которых заключено в широких пределах. Имеются основания полагать, что в процессе торможения хромосферная и корональная активность одной группы звезд ослабевают одновременно, тогда как в другой группе звезд хромосферная активность уменьшается вплоть до солнечного уровня, а короны остаются намного мощнее, чем у Солнца. Таким образом Солнце находится на границе двух популяций (Кацова М.М., Лившиц М.А. 2009-2011).

Второй аспект "особости" Солнца состоит в проблеме супервспышек. Показано, что частота вспышек на звездах зависит от их энергии (см. рис. 5, взятый из Fuller M., Cisowski S.M., 1987). Эта зависимость выражена достаточно хорошо для относительно малых и средних вспышек. Однако эта же зависимость предсказывает, что на Солнце раз в 10 000 лет должны происходить вспышки с энергией до 10^{36} эрг. Такая вспышка должна привести к катастрофическим последствиям для биосферы. Однако, никаких следов таких вспышек по палеоклиматическим и палеонтологическим данным мы не наблюдаем. Более того, несложный подсчет энергии, запасаемой в солнечной активной области, показывает, что на современном Солнце такая вспышка невозможна. Это может означать, что механизм динамо на Солнце как-то отличается от

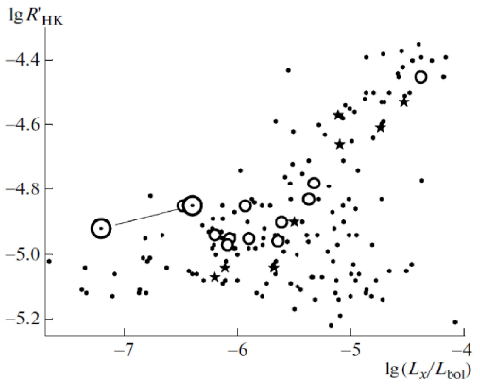


Рис. 4. Сопоставление индексов хромосферной и корональной активности поздних звезд. Звезды группы "Excellent" HK-проекта обозначены кружками, группы "Good" – звездочками. Для Солнца использован соответствующий ему значок, и прямая линия соединяет два значения для максимума и минимума цикла (Кацова и Лившиц, 2011).

других солнцеподобных звезд или на Солнце есть какой-то механизм, ограничивающий энергию вспышек до наблюдаемых пределов (не более, чем 10^{33} эрг).

Проблема слабого Солнца. Отдельной проблемой является низкая болометрическая светимость молодого Солнца. Она должна была быть на 30% ниже, чем сегодня. Это должно было приводить к вымерзанию воды на Земле, что не подтверждается геологическими данными (так называемый "Парадокс слабого молодого Солнца"). Разрешение этого парадокса пока не ясно. Есть основания полагать, что у быстро вращающегося молодого Солнца был более сильный отток массы. В таком случае для достижения современных параметров, молодое Солнце должно было иметь несколько большую массу. Молодое Солнце должно было иметь массу 1.07 нынешних масс, чтобы сохранить воду на Земле с помощью усиленного парникового эффекта. Кроме того, в этот момент более сильная активность на Солнце должна была приводить к более сильному парниковому эффекту.

С другой стороны, более сильный отток массы должен давать на 3 порядка более сильный солнечный ветер, чем сегодня (на 2 порядка больше по плотности и более, чем в 2 раза по скорости). Значительно более сильными должны были быть также корональные выбросы массы. Это должно было приводить к сжатию земной магнитосферы и эрозии атмосферы. Соответственно должно было усилиться проникновение к Земле как галактических, так и увеличенного потока солнечных космических лучей. Этот эффект может иметь катастрофические последствия для медленно вращающихся близких к Солнцу планет, где магнитосфера может сжаться до размеров порядка 1000 км. Однако он существует, хотя и в меньшей степени, и для Земли. Показано, что биологические эффекты увеличения индексов слияния клеток для различных колоний клеток коррелированы со скоростью счета нейтронов. Еще более сильные эффекты наблюдались во время больших протонных событий. Следует еще раз напомнить, что на молодом Солнце протонные события были гораздо сильнее (на несколько порядков), а поток солнечных космических лучей значительно больше, чем поток галактических космических лучей. Воздействие космических лучей на клетки и ДНК потенциально опасно для жизни. С другой стороны, изменения на генетическом уровне необходимы с точки зрения биологической эволюции.

Впрочем, все эти расчеты предполагают, что Земля всегда находилась на том же расстоянии от Солнца, что и сейчас. Это, возможно, не совсем правильно (см. главу 17 В.М.Чепуровой "О миграции больших планет Солнечной системы" в монографии "Жизнь и Вселенная", 2017. Устойчивость солнечной планетной системы до сих пор доказана только на временном масштабе последних двух миллиардов лет. Более того есть расчеты, которые показывают, что на самой ранней стадии Юпитер располагался значительно ближе к Солнцу и какое-то время перемещался в

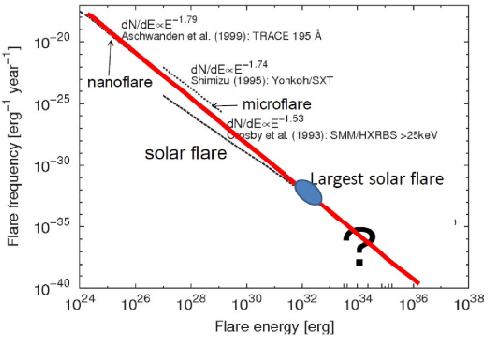


Рис. 5. Статистика частоты вспышек на звездах в зависимости их энергии.

направлении Солнца. Только потом его дрейф сменился на обратный. Естественно в это время и внутренние планеты (если они уже возникли) находились на более близких к Солнцу орбитах, чем сегодня. В этой связи любопытно обратить внимание, что сегодня Земля находится именно на таком особом месте в Солнечной системе, где линейная скорость твердотельного вращения гелиосферы (400 км/сек) совпадает со скоростью солнечного ветра, т.е. в зоне коротации гелиосферы.

Уникальная двойная планета Земля-Луна. О том, что соотношение размеров и масс Земли и ее спутника Луны слишком велико, известно давно. Термин "двойная планета" употреблялся и в прошлом неоднократно. Однако только в последнее время стало ясно, что Луна определяет очень многое на Земле, и без нее мы имели бы, возможно, совсем другую планету, вероятно, близкую по физическим условиям к Марсу.

Сегодня ясно, что Луна возникла практически одновременно с Землей с временным разрывом не более 100 миллионов лет. По-видимому, у нее было жидкое ядро. 4.5 миллиарда лет назад столкновение Земли с космическим телом размером с Марс "выбило" из Земли огромный кусок расплавленной материи, который позже превратился в Луну. Экспериментально удалось доказать, что на раннем этапе существования у Луны было аналогичное земному магнитное поле V. Dehant и др. (2007) и C.Suavera и др. (2014).

Луна удаляется от Земли со скоростью около 4 см/год, а вращение Земли замедляется. Длина суток увеличивается на 20 мксек/год за счет Луны и еще на 25 мксек/год вследствие приливного действия Солнца. Начальный период вращения Земли при этом составлял около 10 часов, а Луна была удалена не более, чем на несколько тысяч километров. Это должно было приводить к очень мощному приливному взаимодействию, трещинам и разломам в земной коре, усиленной генерации магнитного поля. Таким образом, именно Луна обеспечила эффективную магнитную защиту для биосферы Земли.

Сравнение физических свойств Земли и Марса может дать дополнительные сведения, а точнее сказать, ограничения, на ситуацию на ранних стадиях их развития. В той или иной мере этому вопросу посвящены два превосходных обзора Yu.N.Kulikov и др. (2007) и В.Н.Обридко (2009).

Кроме того, Луна обеспечивает существенно более устойчивую орбиту Земли по сравнению с Марсом, у которого нет таких крупных спутников.

Наконец, нельзя не вспомнить еще одно удивительной свойство системы нашей двойной планеты – это полное совпадение угловых размеров Луны и Солнца. Это совпадение станет еще более удивительным, если мы вспомним,

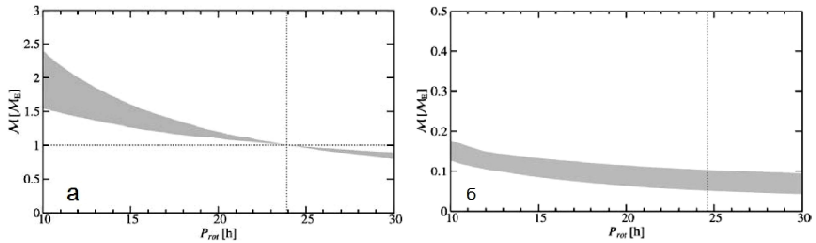


Рис. 6. Оценки магнитного момента Земли (а) и Марса (б) в зависимости от периода вращения. Вертикальной пунктирной линией показан современный период вращения этих планет. Единица по оси ординат – современный магнитный момент Земли.

что оно не установилось изначально. Луна непрерывно удаляется от Земли, и ее угловой диаметр все уменьшается. И именно к началу антропоцена – века человека – установилось это полное совпадение, которое и дает возможность появлению самого эффектного зрелища в космосе, которое можно наблюдать невооруженным глазом. Именно это явление и могло быть важным толчком к развитию человеческого мозга, отмене естественных для первобытных животных идеализации абсолюта, вечного и постоянного звездного неба.

Человек – возникновение и опасность. Теперь ясно, что жизнь неотделима от существования материи. Поэтому задавать вопрос, когда и как возникла жизнь, это практически то же самое, что спрашивать, когда и как возникла материя. Жизнь существует в разных формах и непрерывно эволюционирует. Для решения этих вопросов необходимо более точное знание о процессах на ранней Земле. В частности важно уточнить тепловой режим в первые сотни миллионов лет существования планеты, даты возникновения жидкого и твердого ядра, дату возникновения и структуру магнитного поля, возникновение и характеристики атмосферы и водной оболочки. По всем этим вопросам существуют сильно различающиеся точки зрения. Более того, в процессе дискуссий стало ясно, что проблема выходит за пределы Земли и даже Солнечной планетной системы. Более того, биосфера не является пассивным объектом, испытывающим воздействие космических агентов. На самом деле биосфера сама участвует в формировании окружающей среды. Достаточно вспомнить, что весь кислород на Земле – биогенного происхождения. Для его поступления в атмосферу сначала на эволюционной ветви должны появиться бактерии, разлагающие окислы породы до чистого кислорода. А затем сотни миллионов лет они должны в качестве отходов заселять атмосферу до нужной концентрации газа. Затем уже кислород, окисляя горные породы, видоизменяет геосферу. Некоторые детали этих процессов мы обсуждали на ряде коллоквиумов Астрономического Общества в 2009 и 2014 годах.

Так шла эволюция. И вот наступил антропоцен – век человека. На Земле появился разум. Может быть, именно существование человека и есть особенность нашей системы. Все-таки хочется верить, что разум во Вселенной существует не в единственном числе и он является благом, а не средством саморегулировки биосферы.

Но, как мы не знаем, что такое жизнь, так мы не знаем, что такое разум. Можно ли считать, что разум – это высшая ступень эволюции? И когда мы встретимся с жизнью в других формах, сможем ли мы отличить разумное от неразумного? И разумен ли человек? Во всяком случае, в поведенческом смысле в этом есть большие сомнения. Казалось бы, разумный человек должен все делать для улучшения среды обитания. Последние расчеты показывают, что скорость исчезновения видов позвоночных животных сегодня, и ее высокое значение позволило заявить, что сейчас на Земле действительно происходит шестое массовое вымирание животных, вызванное не природными причинами, а деятельностью человека.

По расчетам, в эпохи, предшествовавшие антропоцену – веку человека, каждые сто лет исчезало примерно по два вида млекопитающих на каждые десять тысяч существовавших в то время видов животных. В 20 веке эта цифра выросла в 114 раз. Иными словами, то число видов, которые прекратили свое существование за это время, обычно исчезает за 10 тысяч лет, а не за одно столетие. Темпы вымирания животных в последние два столетия, как отмечают ученые, стремительно приближаются к тому, с какой скоростью исчезали представители флоры и фауны 66 миллионов лет назад, когда исчезли динозавры, морские рептилии и птерозавры.

ВЛИЯНИЕ МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДЫ НА БИОСФЕРУ ЗЕМЛИ

Н.Г. Бочкарев

Межзвездная среда. Межзвездная среда (МЗС) – это вещество, которое заполняет пространство между звездами внутри галактик. Основными компонентами межзвездной среды являются газ (атомы, молекулы, ионы, электроны), составляющий ~ 99% и пыль ~ 1% массы. Их дополняют магнитные поля, космические лучи и электромагнитное излучение. Все компоненты МЗС (любая их пара) взаимосвязаны. В большинстве случаев взаимодействие сильное.

Плотности энергии, заключенные в кинетических движениях газа, в магнитных полях и в космических лучах, одного порядка величины. Поэтому ситуация крайне неустойчивая – одни структуры все время перетекают в другие, все как бы кипит, бурлит. Но характерное время бурления достаточно большое: масштабы соответствуют парсекам, а скорости звука – порядка километра в секунду, то есть, развитие процессов занимает миллионы лет.

На рис. 1 слева показана фотография центральной части типичной спиральной галактики, подобной нашей. Строение ее достаточно сложное. Бросаются в глаза спиральные рукава, "прорисованные" молодыми горячими звездами, вызывающими свечение окружающего их газа. Темные прожилки – результат поглощения света пылью. МЗС напоминает пену с "пузырями" диаметром порядка 300 пк, называемыми сверхоболочками. Каждая из них содержит область звездообразования, в которой недавно происходило или еще продолжается рождение массивных звезд.

Сверхоболочки также имеют сложную структуру. На рис. 2 схематически показан поперечный разрез Местной сверхоболочки, около внешнего края которой расположено сейчас Солнце (отмечено справа внизу кружком с точкой внутри).

В МЗС можно выделить основные структурные образования или компоненты, перечисленные в таблице 1. Важнейшие из них – корональный газ с плотностью ~ 0.001 $см^{-3}$ и температурой порядка 10^6 градусов, зоны ионизованного водорода (HII) низкой плотности и теплые зоны HII, теплые зоны нейтрального водорода (HI), темные облака, глобулы и так далее. Более поло-

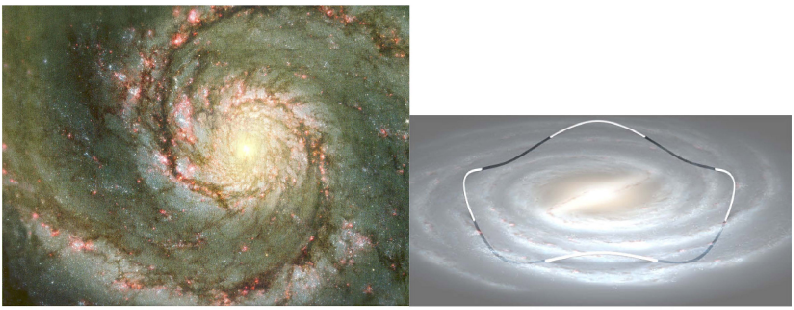


Рис. 1. Вид центральной части типичной спиральной галактики, подобной нашей (слева) и путь движения Солнца в нашей Галактике (справа).

вины массы МЗС содержится в гигантских молекулярных облаках – наиболее плотной и холодной составляющей МЗС. Межзвездная пыль практически равномерно перемешана с газом.

Таблица 1

Основные структурные компоненты межзвездной среды (Бочкарев 1991)

Компоненты МЗС	Температура, К	Плотность n, $см^{-3}$	Масса, $M_\odot$	Размер, пк	Доля объема
Корональный газ	~$5x10^5$	~0.003	-	-	~0.5
Зоны HII низкой плотности	~10^4	~0.3	-	-	~0.1
Межоблачная среда (теплые области HI)	~10^4	~0.1	-	-	~0.4
Облака HI	~ 80	~10	~100	~10	~0.01
Большие глобулы	~10	~10^4	~20	~0.3	~10^{-4}
Области HII	~10^4	~30	~300	~10	~$3x10^{-4}$
Гигантские молекулярные облака	~20	~300	~$3x10^5$	~40	
Уплотнения в молекулярных облаках	~6	~10^5	~100	~0.5	
Мазерные конденсации	≥100	~10^{10}	~10^{-5}	~10^{-5}	

Положение и движение Солнца в Галактике. Солнце движется вокруг центра Галактики по орбите, напоминающей круговую, но искаженной гравитационными полями спиральных рукавов (Gies, Helsel 2005). При этом расстояние Солнца от центра Галактики колеблется около значений 8-8.5 кпк. Солнце совершает полный оборот вокруг центра примерно за 200-250 млн. лет (галактический год). При этом оно поочередно то немного (на 70 пк) поднимается над плоскостью Галактики, то настолько же уходит под нее (рис. 1 справа).

Как упомянуто выше, в настоящее время Солнце находится в одной из сверхоболочек, называемой Местной сверхоболочкой (Бочкарев Н.Г. 1993), недалеко от ее края. На рис. 2 показано положение сравнительно молодой звездной ассоциации Скорпиона-Центавра. Совокупное действие звездных ветров и взрывов наиболее массивных звезд этой ассоциации как сверхновых вымело межзвездный газ на расстояние 170 парсеков вокруг ассоциации. Внутри выметенного газа остаются обрывки

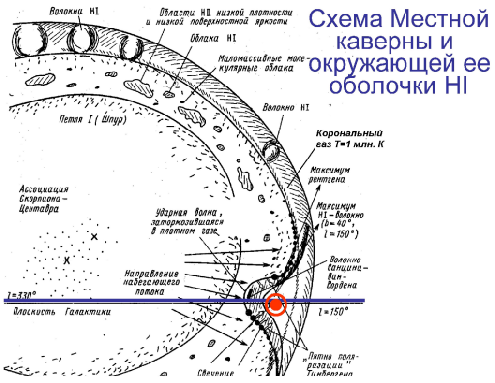


Рис. 2.

газовых структур (облачков, волокон, уплотнений), которые были там до того, как сформировалась Местная сверхоболочка. Горячий газ звездных ветров и взрывов сверхновых обтекает их, не успевая разрушить. Солнце находится вблизи горячего газа, но в теплом разреженном газе.

Взаимодействие солнечного ветра и МЗС. Солнце движется сквозь окружающую его МЗС со скоростью примерно 20 км/с. Это соответствует тому, что Солнечная система обдувается межзвездным ветром. С другой стороны, Солнце порождает свои корпускулярные потоки – солнечный ветер. Заряженные частицы обоих ветров, сталкиваясь, образуют двухслойную ударную волну, с одной стороны от которой находится межзвездный газ, а с другой – затормозившийся ударной волной солнечный ветер (рис. 3). Эта область называется гелиопаузой, а ограниченное ею пространство – гелиосферой.

Нейтральные атомы МЗС движутся по-другому. Они, почти не чувствуя ударной волны, пролетают сквозь нее и наблюдаются в основном по рассеянному ими излучению Солнца в сильнейших ультрафиолетовых спектральных линиях водорода L_α 1216 Å, L_β 1025 Å и нейтрального гелия He I 584 Å, образующих фоновое излучение неба в этих линиях. Фон неба в линии L_α был открыт В.Г.Куртом (1965). Впоследствии анализ фона неба в этих линиях позволил определить параметры МЗС в ближайших окрестностях гелиосферы: оказалось, что межзвездный газ в ближайших окрестностях Солнца, но вне гелиосферы, имеет температуру около 8000 К, плотность – несколько десятых долей частицы в $см^3$, степень ионизации 50%. Таким образом, Солнечная система расположена в теплой области HI, но очень близко к границе с горячим газом.

Нейтральные атомы МЗС, проникшие внутрь гелиосферы, постепенно ионизуются ультрафиолетовым излучением Солнца и реакциями перезарядки с ионами солнечного ветра. Став заряженными, такие частицы увлекаются назад солнечным ветром, образуя поток так называемых "захваченных ионов". Когда эти ионы приближаются к внутреннему краю двухслойной ударной волны, они ускоряются на фронте ударной волны и образуют аномальную компоненту космических лучей (КЛ). В отличие от преимущественно релятивистских частиц галактических (ГКЛ), аномальные космические лучи являются субрелятивистскими. Они сильнее взаимодействуют с атомами и молекулами, в частности с веществом верхних слоев планетных атмосфер (если достигают их).

Рис. 3.

Статистические данные о распределении межзвездных облаков по размерам и плотности показывают, что Солнце за 4.5 млрд. лет путешествия в Галактике около 130 раз (7-8 раз за галактический год) прошло сквозь межзвездные облака с концентрацией $n>100$ частиц в $см^3$ и примерно 16 раз – сквозь облака с $n>1000$ $см^{-3}$ (Talbot, Newman 1977; Pavlov et al. 2005).

Влияние космических лучей на содержание озона в атмосфере Земли. В настоящее время радиус гелиосферы составляет примерно 100 а.е. Когда Солнечная система погружается в МЗС облако, размер гелиосферы убывает до 1-2 а.е. Такое сжатие практически не изменяет параметры проникающих в нее галактических космических лучей. В то же время энергия аномальных космических лучей, ускоряющихся на внешней границе гелиосферы, возрастает в сотни раз. В результате верхняя атмосфера Земли, по крайней мере, в полярных районах, облучается аномальными космическими лучами в сотни раз сильнее, что приводит в современной азотно-кислородной атмосфере Земли к ионизации азота, и содержание окислов азота в ней возрастает в сотни раз.

Цикл реакций разрушения озона идет по схеме: $NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$; $NO_2 + O \rightarrow NO + O_2$, то есть содержание озона сильно убывает (окислы азота выступают в качестве катализатора). Характерное время, за которое содержание озона достигает нового стационарного состояния, составляет порядка 5-10 лет. Это примерно вдвое больше, чем в случаях изменения содержания озона из-за падения на Землю крупных тел, сверхмощных солнечных вспышек, вспышек сверхновых и гамма-вспышек, когда для восстановления озона требуется лишь 1-2 года.

В работе (Pavlov et al., 2005) рассчитаны модельные распределения озона по поверхности земного шара при современном размере гелиосферы и для случая, когда гелиосфера сильно обжата окружающим межзвездным газом с концентрацией 100 $см^{-3}$. Оказалось, что в приполярных районах количество озона уменьшается в 2-4 раза, в экваториальных районах – меньше, всего примерно на 40%.

Смены полярности магнитного поля Земли и магнитные экскурсы, когда дипольная компонента магнитного поля на время 1-10 тыс. лет сильно ослабевает, приближаясь к нулю, хорошо документированы и происходят в среднем раз в 200 тыс. лет, хотя были эпизоды постоянной полярности длительностью десятки миллионов лет.

Характерное время пребывания Солнечной системы внутри гигантского молекулярного облака порядка 1 млн. лет. За это время смена полярности магнитного поля Земли обычно успевает произойти несколько раз. И каждый раз озоновая защита биосферы ослабевает на тысячи лет одновременно на всей поверхности Земли, включая экваториальные области. Это, естественно, *ослабляет биосферу и может приводить к массовому вымиранию видов*.

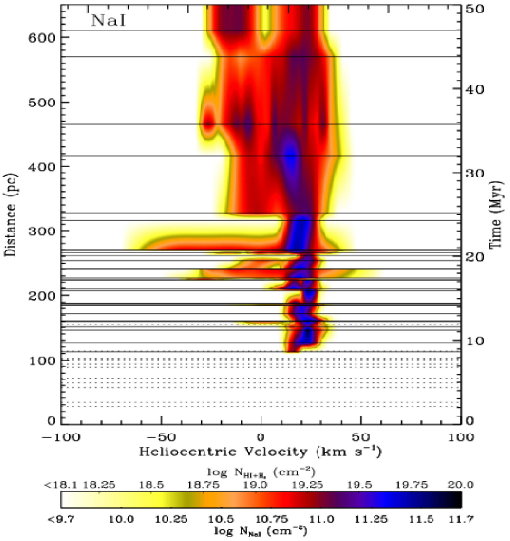


Рис. 4.

Недавно удалось проследить, сквозь какие структуры МЗС проходило Солнце в последние несколько десятков миллионов лет (Wyman, Redfield, 2013). Для этого были выполнены наблюдения межзвездных линий поглощения в спектрах многих звезд, расположенных на разных расстояниях от нас в направлении, откуда пришло Солнце в своем движении вокруг центра Галактики. Это дало возможность определить пространственное распределение МЗС в данном направлении. Зная скорость движения Солнца в Галактике, легко найти, когда Солнечная система проходила через ту или иную структуру МЗС. Из рис. 4, заимствованном из статьи (Wyman, Redfield, 2013), видно, что последние 10 млн. лет межзвездного вещества вблизи нас практически не было, то есть, мы двигались сквозь горячий корональный газ. Но в более далеком прошлом Солнечную систему окружали более плотные участки МЗС.

Вариации потока галактических космических лучей. Галактические космические лучи низких энергий распределены в Галактике неравномерно. Это следует хотя бы из того, что среди источников гамма-излучения значительную часть составляют молекулярные облака. В них выше плотность космических лучей, которые, взаимодействуя с межзвездным веществом, рождают гамма-кванты. Молекулярные облака расположены преимущественно в спиральных рукавах Галактики. Поэтому в рукавах повышено содержание космических лучей низких энергий. При движении Солнечной системы в Галактике она попадает в области с различной плотностью космических лучей.

Поскольку спиральный узор Галактики вращается вокруг ее центра в ту же сторону что и Солнце, интервалы времени между последовательными пересечениями Солнцем спиральных рукавов больше продолжительности галактического года, разделенного на число рукавов (их в Галактике 4). Солнце расположено в Галактике недалеко от так называемого радиуса коротации – расстояния от центра, на котором угловые скорости движения звезд и спиральной структуры совпадают. Интервалы времени между прохождениями спиральных рукавов определяются разностью угловых скоростей движения Солнца и спирального узора. С учетом неопределенности угловых скоростей вращения Солнца и спирального узора вокруг центра Галактики, Солнце за последние 0.5 млрд. лет пересекло от 2 до 4 спиральных рукавов (Gies, Helsel, 2005).

Сопоставление явлений на Земле, как эпохи похолоданий и потеплений, оледенений, массовых вымираний видов с моментами прохождения Солнцем спиральных рукавов, а также с вариациями потока галактических космических лучей, заставляет предположить, что климат нашей планеты зависит от этих явлений. На рис. 5, взятом из работы (Shaviv, 2003), приведена подборка имеющихся данных о перечисленных явлениях. Этот рисунок позволяет судить о степени корреляции положения Солнца относительно спиральных рукавов Галактики и событиями на Земле.

На рис. 5 по горизонтальной оси отложено время в миллионах лет, отсчитанное от настоящего момента (0) до 1 млрд. лет в прошлое. На верхней панели А даны интервалы времени, которые Солнце проводило в спиральных рукавах. Они рассчитаны с использованием наиболее вероятной величины разности угловых скоростей вращения спирального узора и Солнца вокруг центра Галактики ($\Omega p - \Omega_{\odot} = -11.0$ км·с$^{-1}$·кпк$^{-1}$). Приведены названия спиральных рукавов. Панель В описывает вариации достигающего Солнечной системы потока галактических КЛ, рассчитанные в рамках диффузионной модели их распространения (в единицах современного значения потока КЛ). Сплошная линия на панели С

показывает вариации температуры поверхности моря в тропических широтах по отношению к сегодняшним значениям. Панели D и E качественно описывают периоды оледенений по данным авторов, указанных на панелях. На панели F показана сглаженная гистограмма возрастов железных метеоритов, измеренных по дозе полученного ими облучения (Exposure Ages, см. Shaviv, 2003).

Роль эволюции Галактики. Время, прошедшее от образования Солнечной системы (4.6 млрд. лет), составляет заметную долю возраста нашей Галактики (около 13 млрд. лет). Поэтому физические условия в межзвездной среде, которая окружает Солнечную систему и сквозь которую она движется, могли испытать значительные изменения.

Важнейшую роль в эволюции молодых галактик играл мержинг, то есть их слияние (главным образом, поглощение маленьких большими). Вызванные мержингом возмущения часто вызывают в галактиках вспышку звездообразования. Процесс бурного рождения звезд усиливает генерацию КЛ и изменяет параметры межзвездной среды. В результате изменяется облучение космическими лучами поверхности Земли. Поэтому надо изучить возможное влияние эволюции Галактики на биосферу.

Отсутствие сильных мержингов, однако, не означает отсутствия эволюции Галактики. По мере старения Галактики убывает количество межзвездного вещества и увеличивается доля тяжелых элементов в нем, изменяются доли объема, которые заполняют различные структуры, перечисленные в таблице 1. Но, перечисленным процессам, приводящим к исчерпанию запасов межзвездного вещества галактики и как следствие снижения всевозможных проявлений активности, то есть к "старению" галактик, противостоит приток в галактики межгалактического водорода, играющего роль топлива, которое "омолаживает" галактики, поддерживает их звездообразование и другие активные процессы (Сильченко, 2017).

К настоящему времени наша Галактика, как и большинство других окружающих нас галактик, уже давно миновали бурную юность – еще до того как сформировалась Солнечная система – колыбель биосферы Земли. За последние 5 млрд. лет Галактика не испытывала сильных мержингов и не будет

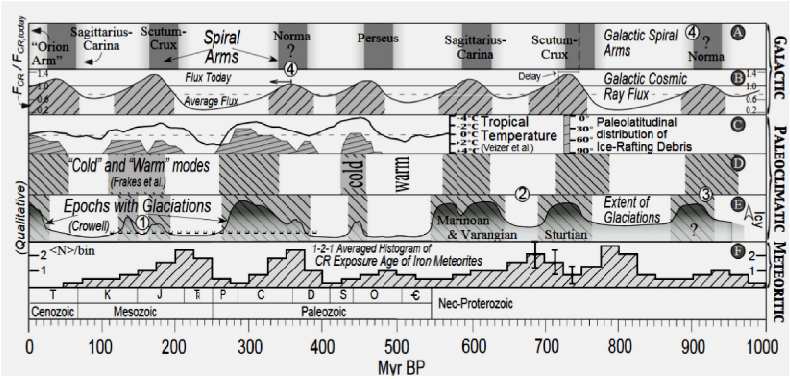


Рис. 5.

испытывать их еще несколько миллиардов лет. Но затем нашей Галактике предстоит пережить "вторую молодость". Поглощение Магеллановых облаков Галактикой завершится через 4 млрд. лет. Столкновение с галактикой М31 (туманность Андромеды) произойдет через 5 млрд. лет.

Другие агенты влияния МЗС на биосферу. Помимо рассмотренного выше влияния межзвездного газа на биосферу, межзвездная пыль также может оказывать влияние на биосферу за счет различных процессов. Во-первых, при достаточной плотности она может вызывать поглощение солнечного света на пути до планеты. Этот механизм впервые был предложен Ф.Хойлом в его фантастическом произведении "Черное облако" и количественно рассмотрен в работе (Pavlov et al, 2005). Кроме того, при достаточной запыленности верхней атмосферы планеты поглощение пылью электромагнитного излучения приводит к нагреву этих слоев, что также может сказываться на климате планеты.

Для биосфер планет с очень малым количеством питательных веществ существенным фактором, пополняющим питательные ресурсы биосферы, могут оказаться органические молекулы, вмороженные в пылинки и приносимые вместе с ними на поверхность планеты. Гипотезу о роли такого влияния на современную биосферу Марса высказал Павлов и др. (2017). Несколько других факторов, влияющих на биосферу, перечислены, в частности, в следующих работах: Atri and Mellot (2014), Павлов А.К. и др. (2011) и некоторых других.

И, наконец, напомним, что в процессе эволюции Солнца изменяются параметры солнечного ветра и солнечных космических лучей. Эти факторы влияли, в частности, на размер гелиосферы и, соответственно, на проникновение в Солнечную систему галактических космических лучей.

Круговая поляризация излучения массивной протозвезды как возможный источник гомохиральности жизни на Земле. Причина возникновения гомохиральности жизни на Земле до сих пор не ясна. Недавно появились новые наблюдательные данные, которые, возможно, помогут решить эту проблему. Впервые удалось измерить распределение по картинной плоскости круговой поляризации инфракрасного излучения (2 мкм) в ближайшей к нам области интенсивного звездообразования – туманности Ориона. Около массивной протозвезды BN/KL обнаружен примыкающий к ней протяженный участок неба размером 0.4 пк, излучение которого имеет значительную круговую поляризацию достигающую ~10%.

Этот результат указывает на возможный источник происхождения гомохиральности жизни на Земле. Действительно, изотопный состав Солнечной системы говорит о том, что на раннем этапе ее формирования рядом произошел взрыв массивной сверхновой (см., например, Витязев, Печерникова, 2009). Это, в свою очередь, означает, что за несколько миллионов лет до взрыва протопланетный диск, из которого сформировалась Солнечная система, должен был испытать сильное облучение излучением той же звезды при ее формировании. Если эта протозвезда испускала свет с круговой поляризацией, характерной для протозвезды BN/KL, то подвергнутый такому облучению рацемический набор молекул протопланетного диска мог приобрести небольшую преимущественную хиральность (Modica, 2014). Последующие химические реакции, вероятно, способны усилить ее (Klussmann, 2006), в том числе в условиях протопланетного диска. Если гомохиральность жизни возникла за счет этого механизма, то в планетных системах вокруг различных звезд хиральность должна быть разной.

КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ И ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ: ПРОШЛОЕ И БУДУЩЕЕ

Л.И.Мирошниченко

В очерке кратко излагаются современные представления о возможной роли космических лучей галактического и солнечного происхождения в зарождении жизни на Земле и эволюции биосферы. Основное внимание уделяется резким изменениям (всплескам) радиационного фона у Земли в результате вспышек Сверхновых звёзд в Галактике и супервспышек на Солнце.

Введение. Не вызывает сомнений, что космическое окружение Земли в прошлом неизбежно оказывало прямое и/или косвенное влияние на зарождение жизни и эволюцию биосферы. К космическим факторам относят потоки газа и пыли, кометы и астероиды, космические лучи (энергичные частицы галактического и/или солнечного происхождения), межпланетную плазму (солнечный ветер) и электромагнитные излучения различных энергий (длин волн, частот). Большой интерес представляют радиационные условия и их вариации, особенно в отдалённом прошлом (на геологической шкале времени). При этом важнейшим и непременным условием для существования земной биосферы является Солнце, которое также может быть источником опасных излучений.

Ниже суммируются данные наблюдений и результаты исследовательских работ, проведенных и/или опубликованных, в основном, после 2012 года. Эти исследования находятся фактически в пограничной области между астробиологией и "космической погодой". Основное внимание уделено космическим лучам (КЛ) галактического (ГКЛ) и солнечного (СКЛ) происхождения.

Космические лучи в прошлом. Ранее нами во многих публикациях была описана история и различные аспекты проблемы "Космические лучи и биосфера", а также рассмотрены основные экспериментальные данные о влиянии КЛ на эволюцию биосферы. В частности, были рассмотрены регулярные вариации ГКЛ в далёком прошлом Солнечной системы (по метеоритным данным), возможная частота спорадических событий, а именно, взрывов Сверхновых и гигантских солнечных вспышек. В этой области исследований всё ещё остаётся немало астрофизических и биологических проблем, требующих изучения с современных позиций, с учётом новых моделей структуры и эволюции Галактики, а также экспериментальных указаний о важной роли КЛ в эволюции биосферы. Осуществляемые в настоящее время и планируемые на ближайшие годы программы космических исследований укрепляют наши надежды на лучшее понимание основ Астробиологии. В частности, вклад ближайших звёзд-карликов в поток КЛ на орбите Земли, по-видимому, должен быть пересмотрен в свете новейших данных, полученных в эксперименте PAMELA.

При оценке роли и вклада ГКЛ необходимо учитывать реальную шкалу времени для изучаемых этапов эволюции биосферы (Табл. 1). Фактический "возраст" наблюдаемых потоков ГКЛ ограничен величиной 10-100 миллионов лет. Это означает, что при пересечении Солнцем галактических рукавов в процессе его движения вокруг центра Галактики земная биосфера могла подвергаться воздействию ГКЛ разной интенсивности, возраста и происхождения. Между тем, уже во времена Ч.Дарвина (и даже ранее) появились

данные о том, что в развитии биосферы, по-видимому, нельзя исключать неравномерностей ("скачков"). К ним можно отнести известный Кембрийский "взрыв" – резкое (по геологическим меркам) увеличение количества многоклеточных, обитавших на Земле, около 540-480 миллионов лет назад. Сам Дарвин (1859 г.) вынужден был признать это событие единственным, но тяжелейшим вызовом его теории эволюции. С другой стороны, поскольку ряд космических факторов имеет случайную и/или спорадическую природу (кометы, астероиды, вспышки Сверхновых звёзд, солнечные вспышки), то представляется вероятным, что и развитие биосферы не было равномерным.

Таблица 1. Геологическая шкала времени и биосфера Земли.

День (сутки)	10^5 с
Длительность жизни человека	10^9 с (100 лет)
Возраст цивилизации	10^4 лет
Длительность существования человека	10^6 лет
Последняя инверсия геомагнитного поля	7.8×10^5 лет
Возраст галактических космических лучей (ГКЛ)	$\leq10^8$ лет
Длительность существования млекопитающих	10^8 лет
Кембрийский "взрыв"	5.4×10^8 лет
Длительность существования многоклеточных организмов	$(2.0\text{-}2.5)\times10^9$ лет
Длительность существования биосферы (возникновение одноклеточных водорослей)	3.5×10^9 лет
Возраст Земли	$(4.54\pm1\%)\times10^9$ лет

Примечание: Если возраст Земли (4.54×10^9 лет) принять за сутки, то жизнь на Земле существует всего 17.5 часа, млекопитающие – около 30 минут, а человек – только последние 18 секунд. Возраст ГКЛ, регистрируемых у Земли в настоящее время, по этой шкале не превышает получаса.

До последнего времени считали, что Кембрийский "взрыв" является аномалией, несовместимой с современными представлениями об эволюции биосферы. Внезапное, почти одновременное возникновение многих групп животных в Кембрийский период получило название "дилеммы Дарвина", так как подобная аномалия не могла возникнуть в рамках естественного отбора. До сих пор одно из самых популярных объяснений Кембрийского "взрыва" – это быстрый переход животных к минеральному экзоскелету из-за увеличения концентрации солей кальция. Американские геологи предложили своё объяснение этому явлению (Peters и др., 2012). По их мнению, причиной "взрыва" могло стать изменение ионного состава морской воды по чисто геологическим причинам – обнажение древних слоев и их реакция с водой и кислородом. По-видимому, к концу исследуемого периода в воду попало много кальция, железа, кремния и калия. При этом организмы приспособились использовать новые материалы для собственных нужд – возникло явление биоминерализации.

До сих пор, однако, ни одного надежного анализа скорости самого "взрыва" не проводилось, – она считалась просто очень высокой. Чтобы оценить эту прин-

ципиально важную величину, австралийские учёные-палеонтологи (Lee и др., 2013) провели количественный анализ скорости эволюции членистоногих, разделение которых на крупные группы произошло как раз в Кембрийский период. Было установлено, что скорость эволюции в Кембрийский период хоть и была высокой, но на самом деле не является аномальной: она оказалась примерно в 4.0-5.5 раза больше, чем скорость эволюции в последующие периоды. Таким образом, Кембрийский "взрыв" вполне можно примирить с теорией эволюции Дарвина. Заметим, кстати, что по метеоритным данным, поток ГКЛ в эпоху Кембрийского "взрыва" был примерно в 3 раза ниже, чем в настоящее время.

С другой стороны, в протекании природных процессов наблюдается определённая ритмика, причём на больших интервалах времени различные процессы могут даже синхронизироваться по иерархическому принципу, при наличии сильного ритмозадающего источника (например, активности Солнца). В этом свете многие факты из области гелиобиологии могут быть адекватно истолкованы на основе концепции эволюционно-адаптационного синдрома. Отсюда следует, что наряду с поиском новых данных о космофизических факторах, остаются актуальными, по крайней мере, три задачи:

1) построение теоретических моделей с учетом возможных интенсивностей излучений, воздействовавших на биосферу в прошлом;

2) выяснение радиационных условий на поверхности Земли и особенностей поведения биосферы в периоды инверсий геомагнитного поля (в качестве "макета" для проведения соответствующих расчётов уровня радиации можно взять магнитосферу Урана);

3) изучение современного отклика биосистем на космофизические факторы как атавистической реакции на изменение условий среды обитания.

Вспышки Сверхновых звёзд и земная биота. Вклад от вспышек Сверхновых (SN) всё ещё остаётся под вопросом. Их возможное влияние на атмосферу Земли (и косвенно на биосферу) может осуществляться несколькими путями (каналами) – через электромагнитное излучение (гамма-, рентгеновское, УФ и видимый свет) и космические лучи галактического и солнечного происхождения (ГКЛ и СКЛ, соответственно). Воздействие этих астрофизических факторов на земную атмосферу осуществляется за счёт эффектов ионизации. Основными ионизующими агентами являются гамма-лучи, ГКЛ и СКЛ, причём их относительный вклад в ионизацию зависит от высоты в атмосфере. Например, из-за существенных различий в крутизне энергетических спектров, СКЛ (мягкий спектр) ионизуют в основном стратосферу, тогда как ГКЛ, с их более жёстким спектром, способны ионизовать всю атмосферу, включая тропосферу.

Ряд авторов (Melott и др., 2017) суммировали имеющиеся наблюдательные данные, полуэмпирические и теоретические (модельные) оценки и пришли к выводу, что вспышки Сверхновых в Галактике могут вызвать существенное повышение яркости у Земли в синей области спектра на период порядка нескольких недель. Это повышение могло бы представлять опасность для земной биоты, если бы событие наблюдалось на ночном небе. Однако, вряд ли такое событие можно обнаружить по данным об ископаемых остатках (fossil records). При этом эффектами от прямого УФ-излучения, рентгеновых лучей и гамма-излучения от Сверхновых, например, типа IIP, или от их остатков, по-видимому, можно полностью пренебречь (Сверхновые типа IIP считаются наиболее общей разновидностью SN с электронным захватом, ECSN).

С другой стороны, вспышки (взрывы) Сверхновых, которые по-прежнему считаются основным источником ГКЛ, могут существенно повысить общий радиационный фон вблизи Земли и на её поверхности (Melott и др., 2017), однако модельные расчёты сильно зависят от исходных предположений о частоте вспышек SN, а также их удалённости от Земли. Трудно разрешимой задачей является проблема переноса ГКЛ в магнитных полях Галактики. Другой сценарий воздействия ГКЛ от Сверхновых на земную жизнь (через истощение озонного слоя, образование облаков, частоту гроз, изменение параметров глобальной цепи атмосферного электричества и тому подобное) также широко обсуждается в литературе. Однако имеющиеся результаты исследований по данным наблюдений и модели, в которых изучается связь между космическими лучами, облачностью и климатом, остаются весьма противоречивыми (Svensmark, 2015), а сами связи пока не находят реального понимания и не поддаются однозначному объяснению (Mironova и др., 2015).

Насколько известно автору, в настоящее время нет надёжных наблюдательных свидетельств экстремальных событий в интенсивности ГКЛ на орбите Земли, вызванных взрывами Сверхновых в нашей Галактике. Численное моделирование показывает только, что взрыв Сверхновой на расстоянии 40 пк может вызвать увеличение интенсивности ГКЛ (в максимуме спектра) всего на 15%, но на срок около 100 тысяч лет. Если расстояние до Сверхновой не превышает 30 пк, то увеличение интенсивности составит около 25%. Ранее рассматривались модели вспышек SN на расстояниях даже ≤10 пк (Gehrels и др., 2003). Авторы (Melott и др., 2017) существенно пересмотрели эти оценки в пользу увеличения расстояний вплоть до 50 пк. При этом учитывались величина и характер магнитных полей Галактики (регулярная или турбулентная природа). Последние наблюдения в оптическом диапазоне, а также наблюдения нейтрино, относятся к SN 1987A за пределами нашей Галактики в Большом Магеллановом Облаке на расстоянии в 51.4 кпк от Земли (кстати, эта Сверхновая относится к типу IIP).

Древние вспышки на Солнце и биосфера. Радиационные условия вблизи Земли, возмущения в ионосфере, состояние озонного слоя, ионизация верхней атмосферы (стратосферы) и другие геофизические явления во многом определяются вариациями потоков энергичных частиц, которые ускоряются на Солнце или вблизи него (СКЛ). На орбите Земли эти частицы регистрируются в виде солнечных протонных событий. Масштабы и значимость таких событий (их геоэффективность) меняются в зависимости от уровня солнечной активности. Частота регистрации солнечных протонных событий зависит от текущей стадии 11-летнего цикла солнечной активности (спад или подъём).

Особый интерес представляют экстремально мощные солнечные вспышки и "древние" протонные события, частота и мощность которых могла быть различной в различные эпохи эволюции Солнца, в частности, в эпоху "молодого" Солнца, при другом уровне его активности. Мощность солнечных протонных событий обычно оценивают по интегральным значениям (флюенсам) потока частиц СКЛ за всё время конкретного события. Наши оценки указывают на крутой обрыв функции распределения солнечных протонных событий в области малых вероятностей (то есть больших флюенсов СКЛ). Это следует из анализа всех имеющихся (косвенных и прямых) данных о СКЛ за последние ~1200÷1300 лет. Для экстраполяции этих результатов в прошлое и будущее нужны соответствующие модели "раннего" и "позднего" Солнца.

Косвенные данные о потоках СКЛ в прошлом могут быть получены из природных архивов (нитраты в антарктическом и арктическом льдах, радиоуглерод ^{14}C в кольцах деревьев, другие космогенные изотопы). К настоящему времени имеются данные об экстремальных солнечных протонных событиях за период более 1200 лет, начиная с 775 года. Среди таких событий наиболее известна вспышка 1 сентября 1859 г. ("событие Кэррингтона" 1859 г., McCracken K.G. и др., 2001). Это событие до последнего времени считалось "наихудшим случаем" с точки зрения радиационной опасности на орбите Земли.

Что касается недавно идентифицированного события 775 года (Usoskin & Kovaltsov, 2012), то наша оценка флюенса Φ солнечных протонов с энергией ≥30 МэВ (2.96×10^9 см$^{-2}$) на порядок ниже, чем флюенс для "события Кэррингтона" (1.88×10^{10} см$^{-2}$). Однако, если следовать модели события (Thomas и др., 2013), то получим величину $(2.0\div3.0)\times10^{10}$ см$^{-2}$, сравнимую с флюенсом "события Кэррингтона". Скорее всего, суммарный флюенс события 775 года был связан с сильным (но не исключительно сильным) солнечным протонным событием (или серией солнечных протонных событий).

С другой стороны, имеющиеся оценки флюенсов по древним солнечным протонным событиям, основанные на сценарии и спектре крупнейшего в истории прямых наблюдений события 23 февраля 1956 г., представляются не вполне убедительными. Так, значения Φ≥30 МэВ оценивались (Usoskin & Kovaltsov, 2012) по "археологическим" данным о космогенных изотопах ^{14}C и ^{10}Be. При этом предполагалось, что событие-кандидат развивалось по так называемому "сценарию GLE05", то есть по сценарию известного события 23 февраля 1956 г., которое до сих пор считается *самым большим* по потоку и флюенсу частиц в области релятивистских энергий. Заметим, однако, что "сценарий GLE05" уязвим для критики, – прежде всего потому, что спектр нерелятивистских протонов 23 февраля 1956 года был довольно пологим, а флюенс Φ (≥30 МэВ) достигал всего ~10^9 см$^{-2}$ (Shea & Smart, 1990).

Несколько лет назад радиоуглеродным методом были обнаружены определённые признаки возрастания интенсивности КЛ около 775 года нашей эры. Данные были получены по содержанию ^{14}C в кольцах старых деревьев в Японии, Европе, России и Америке, причём почти одновременно тремя независимыми группами исследователей. До настоящего времени наибольшими значениями флюенса Φ (≥30 МэВ), полученными по этим данным, считались величины от $(2.07\text{-}2.96)\times10^{10}$ см$^{-2}$ (Miroshnichenko & Nymmik, 2014) до $(4.5\text{-}8.0)\times10^{10}$ см$^{-2}$ (Cliver и др., 2014). Недавно в работе (Mekhaldi и др., 2015) эти оценки были пересмотрены, и теперь наиболее вероятным значением Φ (≥30 МэВ) для события 775 г., по-видимому, можно принять величину ~2.8×10^{10} см$^{-2}$. Нетрудно видеть, что это значение практически совпадает с нашей более ранней оценкой 2014 года. Как бы то ни было, представляется очевидным, что теперь на роль "наихудшего случая" может претендовать событие 775 года.

Вскоре после включения в научный оборот данных авторов (McCracken и др., 2001) возникли большие сомнения и начались ожесточённые споры о надёжности оценок Φ (≥30 МэВ) для события 1859 года. В случае события 775 года существовали сомнения даже о природе самого источника. Это и не удивительно, ведь "цена вопроса" очень высока – и с астрофизической, и с прикладной точек зрения. Несмотря на сомнения и споры, ниже мы используем все имеющиеся оцен-

ки, чтобы, в развитие наших результатов (Miroshnichenko & Nymmik, 2014), построить новую функцию распределения солнечных протонных событий по интегральным флюенсам Φ (≥30 МэВ) (рис. 1) в максимально доступном диапазоне значений флюенса, с учётом последних оценок (Mekhaldi и др. 2015).

Таким образом, появление принципиально новых архивных данных о "древних" протонных событиях позволяет существенно продвинуться в практически важной проблеме – оценке вероятности появления у Земли "экстремальных" потоков СКЛ (по крайней мере, при среднем уровне солнечной активности в современную эпоху). Эти данные позволяют также развить новый подход к концепции "наихудшего случая", причём события 1859 и 775 годов обеспечивают решающие точки для соответствующей нормировки. Такая перспектива представляется весьма многообещающей для моделирования и расчётов радиационных доз.

В целом, однако, имеющиеся данные наблюдений по СКЛ пока не позволяют точно оценить максимальные возможности солнечного ускорителя. Это существенно ограничивает экстраполяцию полученных результатов в прошлое и будущее, на периоды с уровнем солнечной активности, отличным от современного уровня. Тем не менее, данные о солнечных космических лучах и их геофизических эффектах позволяют лучше понять механизмы солнечно-земных связей. В свою очередь, это важно для моделирования эволюции биосферы Земли, а также для поиска возможных очагов жизни на Марсе и других телах Солнечной системы. В конечном счёте, при более реалистичной модели Солнца станет возможным более уверенное обсуждение роли факторов, влияющих на происхождение и эволюцию жизни на Земле.

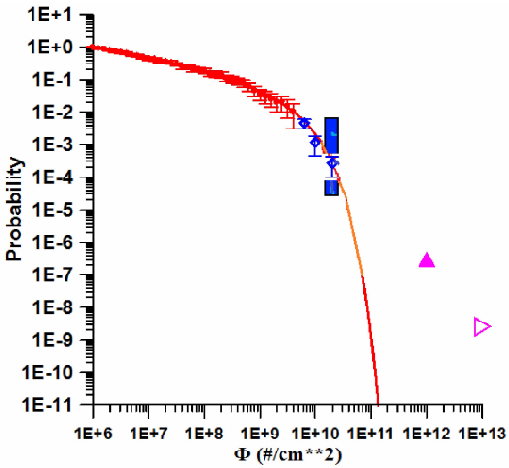


Рис.1. Функция распределения вероятности солнечных протонных событий по интегральным флюенсам протонов Φ (≥ МэВ), с учётом данных о "древних" экстремальных событиях. Точки в начале кривой – данные прямых спутниковых измерений ("космическая эра"); далее два ромба – оценки, полученные нитратным методом (McCracken и др., 2001), включая событие Кэррингтона; прямоугольник с ромбом – событие 775 г., согласно новейшей оценке для флюенса (Mekhaldi и др., 2015); треугольники справа (полный и пустой) – экстраполяция интегральных флюенсов Φ (≥30 МэВ) в прошлое на 1 млн. и 100 млн. лет, соответственно (оценено Miroshnichenko & Nymmik, 2014, по данным Kiraly & Wolfendale, 1999, для протонов ≥60 МэВ).

Вероятность супервспышек на Солнце. В тесной связи с проблемой экстремально больших солнечных протонных событий в прошлом находится вопрос: может ли современное Солнце генерировать супервспышку с флюенсом прото-

нов Φ (≥30 МэВ) значительно большим, или даже много большим, чем событие 775 г.? При нашем нынешнем понимании проблемы, прямого ответа на этот вопрос не существует. Тем не менее, имеющиеся данные о вспышках на других звёздах, подобных Солнцу, позволяют утверждать, что Солнце может генерировать супервспышки с энергией 10^{34} эрг примерно один раз за 800 лет. Разумеется, эти оценки не являются бесспорными, причём они затрагивают уже фундаментальные проблемы звёздной эволюции, моделей динамо, природы солнечной активности и тому подобное. Все эти вопросы, несомненно, заслуживает более глубокого изучения, но это уже выходит за рамки данной короткой статьи.

Заключительные замечания. Затронутая нами тема слишком сложна и обширна, чтобы можно было делать окончательные выводы. Тем не менее, уместно привести несколько заключительных замечаний.

1. Для примера упомянем вопрос о вариациях радиационного фона в окрестности Земли во время переполюсовок (инверсий) геомагнитного поля. В 1960-е годы появились оценки, согласно которым увеличение интенсивности КЛ при уменьшении геомагнитного поля при инверсии не вносят существенного вклада в биосферные процессы (Waddington, 1967). К настоящему же времени изменились сами представления об инверсии: сейчас считают (и это главное), что полного исчезновения геомагнитного поля в действительности не происходит (Пилипенко, 2013). Характерное время обращения (инверсии) направления геомагнитного диполя составляет порядка 10^5 лет. По-видимому, этот процесс является случайным. Это одна из самых интригующих загадок нелинейной магнитной динамики Земли. Было бы наивным представлять себе обращение как переворот вектора дипольного магнитного момента, конец которого "проскакивает" по всем широтам. Скорее всего, в период обращения геомагнитное поле усложняется, становится мало похожим на дипольное, другие гармоники имеют сравнимую величину. Об этом говорит тот факт, что амплитуда полного поля при обращении понижается до 10% и менее, тогда как в обычном состоянии на дипольную моду приходится около 90% напряженности. В свете этих новых представлений прежние оценки (Waddington, 1967) должны быть пересмотрены, и эта задача была нами уже сформулирована выше.

2. Что касается эволюции биосферы в далёком прошлом Земли, то ряд соответствующих задач был отмечен недавно в коллективной монографии "Жизнь и Вселенная" (2017 г., 333 с.), где рассматривается проблема в целом, включая парадокс "молодого Солнца", физические условия на ранней Земле и происхождение жизни (совместимые модели).

3. В связи с обнаружением экзопланет, прежде всего, с астрофизической точки зрения, представляют интерес оценки радиационных условий в окружении других звёзд (см., например, Struminsky и др., 2017).

От Редакции ОАК: Более полная электронная версия статьи Л.И.Мирошниченко имеется на сайте Одесской Астрономической Обсерватории http://www.astro-soc.odessa.ua.

ЖИЗНЬ ВОКРУГ ЗВЕЗДЫ

М.В.Рагульская

Изучение формирования звездных скоплений и планет, физических условий существования раннего Солнца и Земли, а также достижения астробиологии и палеонтологии привели к тому, что к настоящему моменту гипотезы возникновения жизни отличаются от тех, что были ещё 15-20 лет назад. В статье дискутируется вопрос о месте и времени возникновения жизни во Вселенной. Рассматривается управляющая роль раннего Солнца в возникновении и развитии биосферы Земли. Подчеркивается системообразующий вклад интенсивного ультрафиолетового излучения раннего Солнца в отбор устойчивых молекул универсального земного генетического кода и в формирование первых земных экосистем.

В настоящее время место поисков жизни (в её бактериальной форме) значительно расширились. Колыбелью жизни могут быть как молекулярные галактические облака и протопланетные диски, так и вулканы и океаны Земли, Марса и малых планет – спутников планет-гигантов, а также экзопланеты. Изменилось понятие "зоны обитаемости". Теперь в неё не входит в качестве обязательного условия наличие жидкой воды на поверхности планеты. Земная форма жизни не является единственной биохимически возможной. В качестве растворителя вместо воды альтернативные биологические структуры могли бы использовать аммиак, серную кислоту, формамид или жидкую углекислоту.

Возраст Солнца около 4.6 млрд лет, Земля моложе Солнца на 100 млн лет. Начало развития современной земной биосферы и возникновение магнитного поля на нашей планете, скорее всего, произошли одновременно, около 4 млрд лет назад (возможно, магнитное поле возникло чуть раньше, Тардуно [1]). Первыми из планет образовались газовые планеты-гиганты, собрав в себя основную массу из газопылевого облака будущей Солнечной системы. Миграция Юпитера и Сатурна по Солнечной системе остановила рост Земли и позволила ей существовать в привычном для нас диапазоне современных физических характеристик (масса, место расположения в ряду других планет, наличие магнитного поля и атмосферы). Возникновение устойчивой системы Земля – Луна определила стабильность параметров нашей планеты. На данный момент подтверждена оценка общей длительности завершающего этапа роста Земли – около 100 млн лет от начала образования из протопланетного диска.

Четыре миллиарда лет взаимного существования Солнца и биосферы Земли полны парадоксов. Одним из основных является "Парадокс слабого молодого Солнца". Он заключается в существенном противоречии оценок температуры поверхности Земли, рассчитанных из моделей светимости раннего Солнца, и полученных по палеоклиматическим и геологическим данным. Светимость молодого Солнца определяется из теоретических моделей солнцеподобных звезд в 0.7 от современной величины. Это означает, что первые 2 млрд лет вся вода на Земле должна быть замерзшей.

На рис.1 приведены временные зависимости эффективной и поверхностной температуры Земли, температура замерзания воды, сплошной линией – изменение солнечной светимости на Главной последовательности.

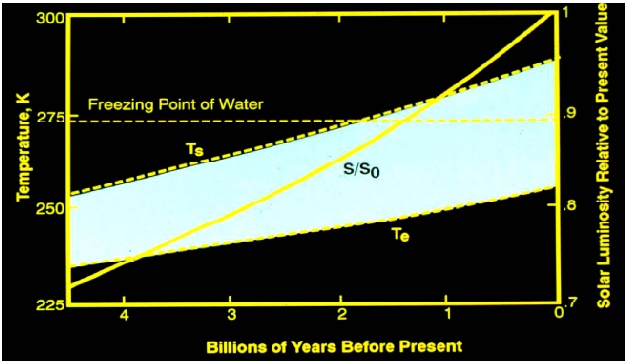


Рис. 1.

Однако палеонтологические и генетические исследования противоречат космологии, и показывают среднюю температуру поверхности Земли в момент развития первых экосистем от +60 до +80 градусов Цельсия (сейчас +15). Например, в работах А.Ю.Розанова проводится верификация физических условий на ранней Земле последними астробиологическими и палеонтологическими данными. Показано, что оптимальные температурные кривые для древних бактерий предполагают среднюю температуру океана не менее +40° С (сегодня это +15° С), что ставит под сомнение гипотезу "Земля – снежок" в первые 500-700 млн лет существования нашей планеты (рис. 2).

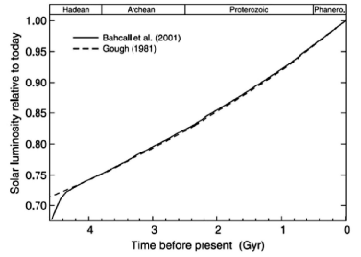
Не решает проблему и гипотеза о дополнительном подогреве поверхности за счёт сдвига спектрального излучения Солнца в инфракрасную область. Как показано в работе Аюкова, изменения спектра недостаточно для нагрева поверхности хотя бы для 0 градусов Цельсия (рис. 3).

Для разрешения парадокса возможны следующие варианты:

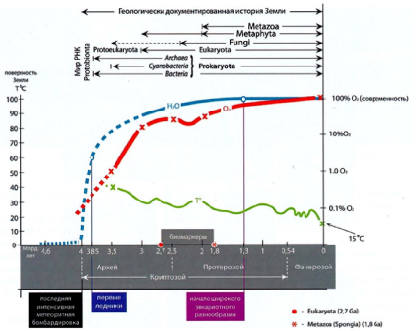
1) значительно меньшее альбедо молодой Земли,

2) более мощный парниковый эффект,

3) неучтенные дополнительные источники энергии,



Evolution of solar luminosity over the four geologic eons for the standard solar model described in Bahcall et al. [2001, solid line] and according to the approximation formula [Gough, 1981, dashed line] given in equation.



А.Ю. Розанов. Условия жизни на ранней Земле после 4.0 млрд. лет назад

Рис. 2.

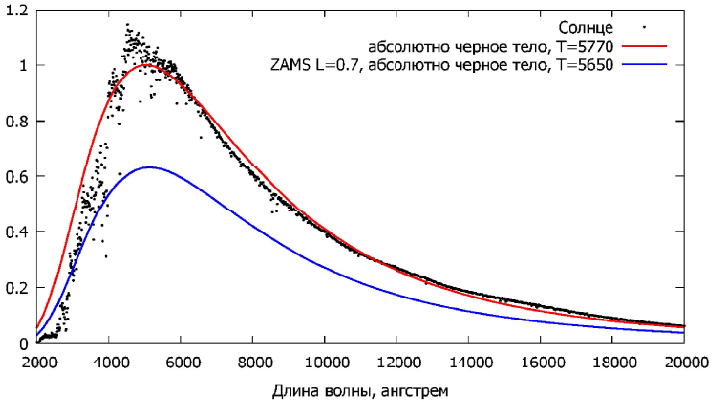


Рис. 3. Спектральный состав излучения Солнца (точки) и абсолютно черного тела при эффективных температурах, соответствующих современному Солнцу и ZAMS. По вертикальной оси – поток излучения на земной орбите, нормированный так, что максимум потока для абсолютно черного тела равен 1.

4) изменение солнечной постоянной молодого Солнца,

5) рассмотрение биосферы молодой Земли в качестве активного участника процесса.

В обзоре Е.Г.Храмовой эти возможности подробно рассмотрены, и указывается, что хотя увеличение парникового эффекта и является на сегодня наиболее правдоподобным путем разрешения парадокса, но полностью решить проблему не может.

Однако все эти противоречия значительно уступают в сложности проблеме места, времени и единственности возникновения жизни на Земле. Возникновение жизни представляет собой процесс самоорганизации в природных условиях с химического уровня на биологический уровень. Сложность этой проблемы, как показал Г.А.Заварзин, состоит не только в воспроизведении в лаборатории синтеза самых сложных биологических молекул или даже отдельного организма (клетки). Основная сложность проблемы лежит в необходимости объяснения одновременного возникновения всего первичного сообщества (биоценоза) из нескольких видов бактерий – продуцентов и редукторов.

На Земле сохранился и далее усложнился (эволюционировал) биологический уровень самоорганизации. Но это не означает, что самоорганизация с химического на биологический уровень проходила на Земле. Совсем не обязательно, чтобы возникновение жизни проходило в один, а не в несколько этапов самоорганизации. Тот вариант жизни, который мы имеем на сегодняшний день, формировался и отбирался в соответствие с физическими условиями на ранней Земле 4.5 – 4 млрд лет назад, а возможно, еще раньше – в протозвездном или протопланетном облаке.

Образование Солнечной системы происходило в плотной звездной ассоциации, с присутствием соседних массивных звезд, с возможностью нео-

днократных инжекций вещества в допланетные диски благодаря вспышкам сверхновых звезд. Экспериментальный материал по химическому составу молекулярных облаков в межзвездном пространстве предполагает наличие активного добиологического синтеза сложных органических веществ уже в процессе формирования звездных скоплений (Д.В.Вибе). По современным представлениям, ключевую роль в межзвездной молекулярной химии играют нейтральные ионы (или ион-молекулярные), и реакции между ионизованным и нейтральным реагентами, а первичную ионизацию обеспечивают частицы космических лучей. В межзвездном веществе присутствуют как синтез ("сборка"), так и диссоциации ("распад") молекул.

В настоящее время количество известных межзвездных и околозвездных молекул приближается к двум сотням (без учета изомеров и изотопомеров). Среди них встречаются как простые, так и довольно сложные соединения: самые большие уверенно идентифицированные молекулы состоят из 12 атомов ($CH_3OC_2H_5$, C_3H_7CN). В межзвездной среде, несомненно, присутствуют и более сложные органические структуры – фуллерены, какие-то формы ароматических соединений. Обновляемый список экспериментально зафиксированных межзвездных и околозвездных молекул приведен на специализированном астрохимическом сайте *http://astrochymist.org/*. В последнее время это разнообразие все чаще становится поводом для предположения о том, что органические соединения могли попадать в "готовом виде" на Землю и на другие формирующиеся планеты. Успешная экспериментальная реализация добиологического синтеза органических веществ в присутствии метеоритов в качестве катализаторов пребиотического синтеза молекул из формамида под действием ионизирующих излучений проведена в 2016 году в Объединенном институте ядерных исследований, г. Дубна (М.И.Капралов).

По мнению астрохимика В.Н.Снытникова, начальной массы всей Земли не хватает для создания массы первичной биосферы примерно на шесть порядков (даже в предположении использования самых эффективных многоступенчатых автокаталитических химических реакций). Первичную "лабораторию" по производству органических веществ, основанную на процессах самоорганизации, он предлагает искать в молекулярных облаках, причем не только галактических, но и протопланетных [3].

При образовании планет в околозвездных дисках за десятки миллионов лет происходит сжатие вещества – от разреженной газопылевой среды молекулярных облаков до конденсированного состояния среды. Сжатие вещества в дисках может сопровождаться потерей водорода и гелия, как у планет земной группы Солнечной системы. В этом случае происходит обогащение среды кислородом, углеродом, азотом и другими элементами в их космической распространенности. Эти элементы вместе с водородом составляют основу органических соединений и известной нам жизни.

Сжатие вещества в дисках – процесс неравновесный, который идет с широчайшей сменой условий по давлению, температуре, плотности вещества, воздействию излучения, и сопровождается разнообразным комплексом физико-химических реакций. Различные размеры планетезималей и пылевых облаков вокруг них, различные неравновесные температуры и нелинейные самофокусирующиеся волны плотности вещества и флуктуации магнитного поля в процессе форми-

рования планет предоставляют широчайший спектр возможных условий для организации первичных биологических структур из протопланетной органики.

Космический реактор по давлению и температуре реагентов был близок к условиям лабораторных каталитических реакторов высокого давления. По этой теории жизнь в Солнечной системе возникает в несколько главных этапов в околозвездном диске, а далее она приобретает свой вид на формирующейся Земле. Из главных этапов происхождения жизни на Земле (основные состояния, в которых происходит самоорганизация), сегодня можно указать "Холодную предысторию жизни" , "Допланетный хемоценоз", "Мир РНК", "Допланетную биосферу", "Деструктивную биосферу", "Планету бактерий". Далее изложение теории астрокатализа и зарождение земной биосферы из протопланетного диска приведено по работе С.Н.Снытникова [3].

Возникновение жизни в Солнечной системе начиналось с этапа "Холодной предыстории жизни". Объектом эволюции на этом этапе выступало молекулярное облако. Базовым элементом в нем служит газ из молекулярного водорода с гелием. Процессом самоорганизации являются гравитационные коллапсы в молекулярном облаке, ведущие к кластеру из молодых звезд. Источником неустойчивости и процесса самоорганизации формирования звезд служит пыль, содержание которой в среде порядка 1-2% по массе.

Следующий этап – "Допланетный хемоценоз". Газ диска, определяющий его массу на этом этапе, имеет спадающее к периферии диска распределение давления и температуры. Пыль оседает к серединной плоскости диска. В этом месте отношение массы пыли к массе газа повышается, и формируется пылевой субдиск. С частью пыли проходят столкновительные процессы укрупнения с появлением "булыжников" и рыхлых первичных тел массой порядка тонны и размерами до 10 метров. С большими размерами первичные тела в столкновениях разрушаются. Дальнейший рост тел происходит в результате коллективного объединения многих тел при развитии гравитационной неустойчивости с участием газа. На поверхности этих тел адсорбировалась вода и все химические соединения, за исключением простых газов. В широких условиях по давлению и температуре диска в этих соединениях проходят химические процессы. Среди этих процессов выделяются различные синтезы органических соединений с участием каталитически активной поверхности этих тел. Гетерогенные каталитические реакции ведут к модификации химического неорганического состава тел. Первичные тела связываются органикой, в том числе при ее полимеризации. Для полимеризации неорганическая компонента является катализатором, обеспечивая процессы при низких температурах. Эффективность получения конденсированного вещества в диске относительно всего диска составляет порядка 1%, что оценено по массе современной Солнечной системы.

Условия этого этапа подготовили возможность следующего процесса самоорганизации – возникновения и эволюции "Мира РНК" в органическом веществе субдиска первичных тел. Этот процесс идет на фоне самоорганизации формирования планетной системы. Протозвезда при аккреции вещества из диска достигает массы Солнца. Диск становится неустойчивым относительно развития гравитационных и других неустойчивостей в двухфазной среде газ – твердые тела. При развитии неустойчивостей возникают клампы – области формирования планетезималей и зародышей планет с условиями высоких дав-

лений газа и повышенных температур. В диске на удалении будущей Земли от Солнца температура газа достигала 1000К, при которой идет большинство химических реакций. При меньших температурах соответственно на больших удалениях от Солнца эффективно проходят каталитические процессы. Эти же температуры возникали в формирующихся клампах на больших расстояниях от Солнца. В клампах при слипании твердой фазы формируются многокилометровые тела – планетезимали. В конденсированной фазе сосредоточена вода, органические вещества и катализаторы – будущие оливины и другие компоненты, видимые по составу метеоритов – углистых хондритов. На этих телах происходят синтезы "Мира РНК" с формированием молекулярных колоний. Столкновения тел приводят к обмену продуктами синтезов между телами и к распространению наиболее устойчивых молекулярных колоний. Изменяющиеся физические условия на твердой фазе приводили к отбору наиболее устойчивых молекул, среди которых имеются и автокатализаторы. К ним следует отнести в качестве базовых элементов РНК как наиболее универсальные соединения, способные выполнять самые разные функции. Оценка массы "Мира РНК" дает значения в $10^{28} – 10^{29}$ г, которые получаются из современной массы неорганического вещества на расстояниях от Меркурия до пояса астероидов. "Мир РНК" постоянно терял свою массу. Время, которое занимал этап "Мира РНК", составляет несколько миллионов лет. Этот этап заканчивается потерей газа из диска, формированием зародышей планет и газовых гигантов, переходом к осколочному (дебрис) диску.

Потеря диском газов с падением давления водорода с гелием повела "Мир РНК" к разрушению. Но этот же уход водорода с гелием отобрал среди всех молекулярных колоний те, которые смогли сформировать защитную оболочку – мембрану. Это привело к формированию отдельных организмов (клеток). Среди множества организмов устойчивыми к воздействию изменяющейся космической среды оказались сообщества тех, которые взаимно дополняли друг друга как продуценты и редукторы на первичных телах и планетезималях. На первичных телах диска, поверхность которых смочена водой, в виде биопленок возникла "Допланетная биосфера". Это и есть главный этап возникновения жизни в Солнечной системе. Созданные в галактических или протопланетных молекулярных облаках пробиологические и первичные биологические структуры могли сохраняться и транспортироваться по ранней Солнечной системе (СС) до 6-10 млн лет в крупных метеоритах с твердой внешней оболочкой и жидкой водой внутри (В.В. Бусарев).

Формирование планет на следущем этапе связано с аккумуляцией небольших тел и крупных планетезималей несколькими зародышами. Ясно, что при такой аккумуляции допланетные биоценозы на поверхности тел попадают на зародыши планет (протопланеты) и, в основном, разрушаются. Но это разрушение органических соединений и биоценозов обеспечивает азот, углекислый газ и воду в атмосфере протопланет. Этот этап с мощным разложением органических соединений и вещества биоценозов и есть стадия "Деструктивной биосферы". На Земле она продолжалась первые 400 – 600 миллионов лет. Объектом самоорганизации является биосфера на поверхности Земли. Базовым элементом для нее остается отдельный организм (клетка) в разнообразии, унаследованном от "Допланетной биосферы".

Молодая Земля, подвергаемая бомбардировке, диктует биосфере свои условия. Для этих условий происходит формирование земной биосферы. На поверхности Земли при разложении всех органических соединений появилась вода. Запускается геохимический цикл, который приводит к выводу двуокиси углерода из атмосферы и к появлению осадочных пород примерно 4 миллиарда лет назад. Появление современной кислородной атмосферы и формирование "Планеты бактерий" на Земле в географической оболочке – это следующий этап в самоорганизации, но уже на Земле. Этот этап уже документирован геологическими образцами пород. Для этапа деструкции с выходом на фотосинтезирующий биоценоз первичная земная биомасса может быть оценена в $2.4 \cdot 10^{22}$ г по углероду. При переходе к "планете бактерий" за ее массу может быть принято современное значение $2 \cdot 10^{18}$ г .

Ещё один аргумент в пользу космического происхождения жизни – хиральность земной биосферы. Для земной жизни характерна избирательная гомохиральность (выделенное направление в биологических молекулах). Правила химии и биологии не запрещают существования где-то во Вселенной жизни с другой хиральностью, построенной, как и наша на углероде, но например с L-углеводами в ДНК. Причина возникновения гомохиральности жизни на Земле до сих пор не выяснена, возможно для ее формирования нужны интенсивности излучения, существенно превышающие энергетику одной планетной системы [4].

В любом случае, динамика молодого Солнца и физические условия на ранней Земле определяли формирование собственно земной биосферы. Молодое Солнце не имело упорядоченной динамики активности и привычного для нас цикла солнечной активности, его период обращения был существенно меньше, а интенсивность спорадического излучения в рентгеновском и УФ -диапазоне на порядки превышала нынешнюю. Поэтому формирующиеся биологические структуры должны были одновременно уметь использовать УФ-излучение в качестве источника энергии, эффективно от него защищаться и проходить отбор на устойчивость к разрушительному воздействию излучения молодого Солнца. Например, существующие молекулы ДНК являются максимально устойчивыми структурами к УФ-излучению. Фактор наличия мощного солнечного УФ-излучения при отсутствии защитной атмосферы современного типа скорее всего определял место и условия возникновения развитой земной биосферы. Благодаря мощному УФ-излучению раннего Солнца в формирующейся биосфере одновременно происходили разные типы отбора:

– отбор стойких к УФ-излучению азотистых оснований;

– отбор нуклеотидов в комплементарные пары;

– отбор более длинных и устойчивых молекул РНК;

– отбор гомохиральных нуклеотидов (смесь изомеров менее устойчива к УФ-излучению, чем изомеры с одинаковой хиральностью).

В связи с этим хотелось бы обратить внимание читателей на так называемую модель "цинкового мира" А.Мулкиджаняна, в которой удачно рассматриваются биохимические аспекты формирования первых клеток и экологических систем в соответствии с физическими условиями на ранней Земле и повышенной активностью молодого Солнца [5]. Модель рассматривает возникновение первых земных экологических сообществ в наземных геотермальных полях древней Земли, с использованием УФ-излучения в качестве источника энергии,

катализатора и фактора отбора первых биологических структур. В образовании биоструктур участвуют обогащенный вулканический пар (с соотношением калия и натрия, соответствующего цитоплазме современных клеток), геотермальная вода с хлоридами натрия и железа и пористые минеральные твердые осадки в качестве катализатора и основной матрицы; присутствуют также фосфор, азот, цинк, марганец, молибден и бор, а сульфид цинка выполняет функцию защитной пленки от излишнего УФ-излучения древнего Солнца, что приводит к сосуществованию нескольких разных механизмов получения органических веществ из атмосферного углекислого газа и азота. Такой процесс позволяет создавать не отдельные биоэлементы, а целые экологические колонии первой земной биосферы в грязевых котлах древних вулканических геотермальных полей. В результате существующие молекулы ДНК являются максимально устойчивыми структурами к УФ-излучению, хотя не являются единственно возможными.

В работах Ю.А.Наговицина показано, что вклад солнечной активности в климат Земли составляет от 5-10% на временной шкале 5-15 лет до 50-70% на временной шкале от 200 до 1000 лет (рис. 4).

Разброс достаточно широк. И если 50-70% вклада – это признание за солнечной активностью роли основного биотропного фактора внешней среды, то насколько существенен вклад в 5-10%? Из биологии известно, что потомки особей с 5% полезной мутацией уже через 200 поколений составляют почти 100% популяции. Отбраковка из процессов дальнейшей передачи генов потомков особей, не умеющих подстраиваться под более значимые, например 30% внешние факторы, происходит еще быстрее. Поскольку история даже самых крупных биосферных видов насчитывает существенно больше 200 поколений, все биологические особи в процессе эволюции в той или иной степени приобрели свойства опережающей подстройки под возможные длительные периоды повышенной или пониженной солнечной активности.

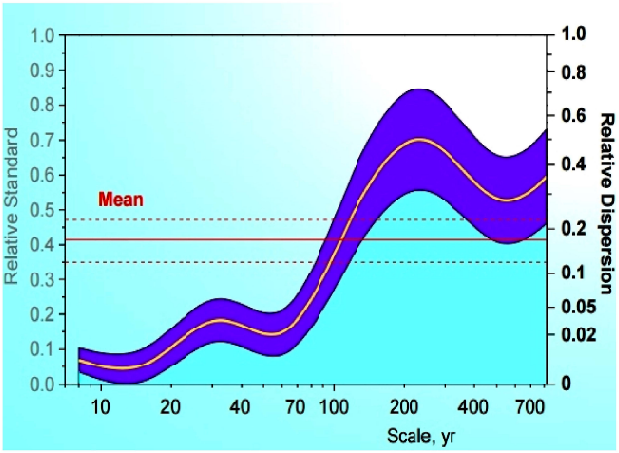


Рис. 4. Дифференциальный вклад современной солнечной активности в климат Земли на различных временных интервалах: 0-25 лет ~3-5%; 25-100 лет < 17+5%; 100-200 лет ~ 30-40%; 350-450 лет ~ 50-70%; 1000-1500 лет – снижение до 5-10%; 2500 лет и больше ~ 50%.

Таким образом, для выживания отдельной особи или вида необходима подстройка к текущему состоянию

солнечной активности с периодами от секунд и суток до десятилетий. Для выживания биосферы в целом важно сохранение программ защиты и подстройки на более длительных временных масштабах: 1) к сильному УФ-излучению, рентгену и солнечным космическим лучам во время периодов повышения или понижения солнечной активности (характерное время – несколько раз за тысячелетие); 2) к инверсиям магнитного поля Земли (характерное время – несколько раз за миллион лет). Также биосфере требуется сохранение программ адаптации к повышению уровня галактических космических лучей при прохождении Солнечной системой плотных рукавов Галактики (несколько раз за миллиард лет).

Еще одним физическим фактором, крайне важным для развития биосферы, является наличие магнитного поля Земли. Вопрос о точном времени его возникновения до сих пор остается дискуссионным (от 4.2 млд. лет назад – по экспериментальным данным, и до 1-1.5 млрд лет назад – по имеющимся теоретическим моделям). Этот так называемый "геомагнитный парадокс" в настоящее время пытаются решать несколькими путями: модификацией существующих моделей теории динамо Земли, учетом роли Луны в формировании ядра ранней Земли, а также учетом роли многократных импактов прото-Земли с окружающими планетезималями в период формирования нашей планеты.

Новые данные о существовании сложных органических соединений в молекулярных облаках, окаменелых остатков возможных древних внеземных бактерий в метеоритах, а также современные теоретические модели астрокатализа позволяют не рассматривать в качестве непримиримо конкурентных гипотезу панспермии (занесения изначальных биологических структур из космоса на Землю) и гипотезу зарождения первичной жизни на Земле. Скорее всего, эти гипотезы отражают разные этапы одного и того же процесса. Молекулы – "кирпичики жизни" – могут возникать в протопланетных дисках еще на стадии слипания пылинок и образования планетезималей [6]. В процессе эволюции диска некоторые из этих "кирпичиков" попадают туда, где могут создаться условия, подходящие для сохранения и переноса жизни (например, в рождающиеся астероиды, у которых существует фаза жидкого водяного ядра). При попадании на планету начинается новый цикл развития и адаптации жизни применительно к конкретным физическим условиям. Как показывает опыт развития Земли, иногда этот процесс бывает успешным.

Литература:

1. J. A. Tarduno, R. D. Cottrell, W. J. Davis et al, Science, 349:521-524, 2015.
2. "Life and the Universe" (ed. Obridko V., Ragulskaya M.) – Spb, BBM, 2017, 335 p. http://www.izmiran.ru/pub/izmiran/Life-n-Universe.pdf
3. Snytnikov V.N. Astrocatalysis – Abiogenic Synthesis and Chemical Evolution at Pregeological Stages of the Earth's Formation. Paleontological Journal, 2010, Vol. 44, p. 761.
4. М. Никитин. Происхождение жизни: от туманности до клетки. Из-во АНФ, 2016
5. Mulkidjan A. Y.. Galperin M. Y. Biology direct, 2009, v.4, p.27
6. Space Microbiology // MICROBIOLOGY AND MOLECULAR BIOLOGY REVIEWS, 2010, p. 121-156.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОТОПЛАНЕТНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ СЛИЯНИИ ДВОЙНОЙ ЗВЕЗДЫ

Ф.В.Сироткин

Рассматривается процесс образования протопланетной системы в результате обмена массой в двойной звезде, находящейся на стадии сжатия к Главной последовательности. Показано, что исход обмена массой в динамической шкале времени зависит от начального отношения масс двойной звезды. Если приведенная масса донора превышает критическое значение, полученное аналитически, то звезда донор разрушается с образованием структур, характерных для протопланетных систем: околозвездного диска и облаков с массами порядка нескольких масс Юпитера. Выполнена оценка параметров двойной звезды, слияние которой могло бы привести к образованию планетной системы, подобной Солнечной. Эта работа начата в Одессе на кафедре астрономии университета им. И.И.Мечникова под руководством профессора В.Г.Каретникова.

Одна из наиболее популярных гипотез формирования Солнечной системы из газопылевого облака первоначально была предложена в XVIII веке Эммануилом Сведенборгом, Иммануилом Кантом и Пьером-Симоном Лапласом. Развитие этой гипотезы происходило с участием множества научных дисциплин, в том числе астрономии, физики, геологии и планетологии. Достаточно условно этапы формирования планетной системы могут быть представлены следующим образом: сначала происходило формирование центральной звезды и газопылевого диска, а затем образование в газопылевом диске планет. Важно подчеркнуть, что в рамках этой гипотезы формирование диска и планет происходит вокруг *одиночной* звезды.

В пользу данной гипотезы свидетельствуют характеристики нашей Солнечной системы, а именно:

- близость плоскостей орбит планет к экваториальной плоскости Солнца;
- одинаковое направление вращения планет вокруг Солнца, совпадающее с направлением вращения самого Солнца;
- близость относительных содержаний ряда элементов, входящих в нелетучую фракцию примитивных метеоритов и относительное содержание этих же элементов в атмосфере Солнца.

К недостаткам гипотезы можно, например, отнести невозможность объяснить наблюдаемое распределение углового момента: в планетах содержится 0.13% массы и при этом 98% углового момента всей Солнечной системы.

Ещё лет десять-двадцать назад учёные, изучающие формирование планет, основывали свои теории на единственном примере – нашей Солнечной системе. Это не удивительно, поскольку Солнечная система является ближайшей и наиболее исследованной из известных. Но теперь обнаружены десятки рождающихся и десятки уже сформировавшихся планетных систем, причем эмпирические данные указывают на поразительное разнообразие масс, размеров, состава и орбит экзопланет, что заставляет задуматься об их происхождении. Если в 1970-е годы формирование планет считалось упорядоченным, детерминированным процессом, когда газово-пылевые диски превращаются в "копии" Солнечной системы,

то теперь нам известно, что строение Солнечной системы не уникально. С одной стороны, наличие новых данных привело к существенному улучшению существующей модели. С другой стороны, наблюдаемое разнообразие позволяет предположить, что могут существовать механизмы формирования планетных систем, отличные от тех, что привели к образованию нашей Солнечной системы.

Результаты наблюдений для ближайших звёзд показывают, что подавляющее число звёзд являются двойными (Малков О.Ю., 2004), причем среди молодых звёзд двойные звёзды встречаются чаще. А поскольку формирование околозвездных дисков (и в дальнейшем планет) также происходит на начальных эволюционных этапах, можно предположить, что двойственность звёзд может оказывать влияние на ранние этапы формирования планетных систем. В пользу такого предположения могут свидетельствовать следующие наблюдательные факты:

- уменьшение вдвое степени двойственности молодых звёзд по сравнению с звёздами солнечного типа;
- наблюдаемое асимметричное распределение материи в дисках звёзд;
- большие эксцентриситеты внесолнечных планет;
- вспышечная активность молодых звёзд, связанная, по видимому, с скачкообразным увеличением темпа аккреции;
- частичное совпадение диапазонов угловых моментов планетных систем и двойных звёзд;
- непрерывное совместное распределение двойных систем по периодам, угловым моментам и некоторым другим параметрам.

Мы предполагаем, что газопылевые диски некоторых протопланетных систем с угловым моментом, близким к нижнему пределу диапазона угловых моментов двойных систем, могли образоваться в процессе слияния либо двойной звезды, либо в процессе обмена массой в динамической шкале времени. Такой процесс может произойти на ранних эволюционных этапах в результате потери двойной звездой углового момента, вследствие взаимодействия двойной звезды с общей оболочкой, магнитного звёздного ветра, гравитационного взаимодействия с другими звёздами или других процессов.

На ранних эволюционных этапах основным механизмом переноса энергии в недрах звёзд является конвекция. Во многих работах было показано (Rappaport, ApJ, 1982; Sirotkin, ApJ, 2009), что, если одна их звёзд, составляющих двойную звезду, заполняет свою полость Роша и является полностью конвективной, то малое возмущение может привести к обмену массой в динамической шкале времени. Аналитические оценки для случая консервативного обмена массой показывают, что существует критическое значение приведённой массы $\mu_c \approx 0.42 - 0.44$, $\mu = \dfrac{M_1}{M_1 + M_2}$, где M_1 и M_2 – массы звезды донора и звезды аккретора соответственно. Если $\mu < \mu_c$, тогда в процессе обмена массой эффективный радиус звезды донора R_1 становится меньше радиуса ее полости Роша R_1^R, и обмен массой прекращается. Если $\mu > \mu_c$, тогда с началом обмена массой отношение $\dfrac{R_1}{R_1^R}$ возрастает значительно, темп обмена массой также возрастает, и звезда донор разрушается.

Вышеупомянутые оценки для начальной приведённой массы донора не учитывают детали обмена массой и выполнены для случая, когда $\frac{R_2}{R_2^R} \ll 1$, то есть когда аккретор находится "глубоко" внутри своей полости Роша. Кроме того, в аналитическом подходе считается, что донор теряет массу лишь через внутреннюю точку Лагранжа, а все вещество поглощается аккретором.

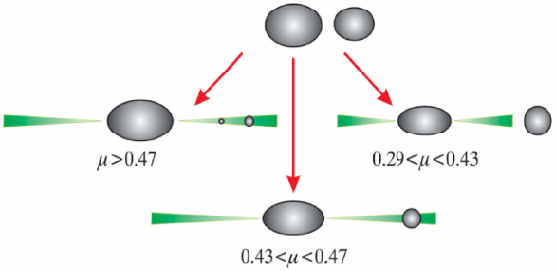


Рис. 1. Три возможных исхода обмена массой в двойной звезде в зависимости от начальной приведенной массы звезды донора.

В работах, выполненных в Одесской астрономической обсерватории, (Сироткин & Каретников, АЖ, 2005; ОАР, 2005; АЖ, 2009) методами прямого численного моделирования была посчитана сетка моделей для обмена массой в двойной звезде, состоящей из полностью конвективных донора и аккретора. Моделирование выполнялось методом гладких частиц (SPH), ранее неоднократно применявшимся для различных астрофизических задач (Gingold, Monaghan, MNRAS, 2005, Sirotkin, Computers&Fluids 2013). Метод SPH является безсеточным лагранжевым численным методом и может быть реализован в консервативной форме. В методе SPH дискретное описание физических явлений выполняется с использованием взаимодействующих частиц, которые сопоставляются с физическими объектами. При этом, каждая из частиц имеет набор атрибутов, таких как: масса, положение, импульс и так далее. Состояние системы определяется атрибутами конечного ансамбля частиц, а эволюция системы определяется законами взаимодействия частиц. Характеристики среды вычисляются с помощью интерполяции, где каждая частица является точкой интерполяции, в которой известны параметры среды.

Вычисления выполнялись в безразмерных переменных, где масса измеряется в единицах полной массы двойной звезды $M = M_1 + M_2$, расстояние в единицах большой оси орбиты A, а время в единицах орбитального периода. Поскольку звезды с массами порядка солнечной остаются конвективными в процессе их эволюции до выхода на Главную последовательность, полученные результаты могут применяться для звёзд таких масс, находящихся на треке Хаяши. Для двойных звёзд, состоящих из коричневых карликов, эти результаты применимы и для более поздних эволюционных этапов.

Начальные условия были выбраны такими, что менее массивная звезда полностью заполняет свою полость Роша и $\frac{R_1}{R_1^R} = 1$, а для другой $\frac{R_2}{R_2^R} = 0.95 - 0.98$. Поскольку менее массивный компонент заполняет свою полость Роша, при малом возмущении, действующем на двойную звезду, начинается обмен массой. Было показано, что, в зависимости от начальной приведённой массы донора, μ_0, существует несколько вариантов (см. рис.1) исхода для двойной звезды:

1. Двойная звезда, включающая более массивную звезду, окружённую газовым диском.

2. Двойная звезда, окружённая газовым диском.

3. Одиночная звезда с околозвездным диском, содержащим сгущения планетных масс.

Первый вариант реализуется в случае, если $\mu_0 < \mu_c$. В этом случае $\frac{R_1}{R_1^R}$ уменьшается, а $\frac{R_2}{R_2^R}$ растет, то есть звезда донор успевает "спрятаться" в свою полость Роша, а в полости Роша аккретора достаточно места для того, чтобы поглотить почти все вещество, перетекающее с донора через внутреннюю точку Лагранжа. Если на момент инициации обмена массой будущий аккретор заполняет свою полость Роша, то возможно образование маломассивного аккреционного диска. Результатом такого процесса является двойная звезда с $\mu < \mu_0$. Маловероятно, что при реализации такого варианта возможно образование планетной системы, содержащей планету(ы) с массой порядка массы Юпитера, поскольку масса донора на момент начала процесса уже должна быть порядка массы суперпланеты.

Второй вариант возможен в случае, если относительная масса донора близка к критическому значению, определённому из аналитических оценок – $\mu_0 \approx \mu_c$. В этом случае темп обмена массой в несколько раз выше, чем в выше рассмотренном варианте, поскольку на начальном этапе эффективный радиус донора растёт несколько быстрее, чем радиус его полости Роша. В этом случае $\frac{R_1}{R_1^R}$ может достигать величин, при которых донор теряет массу ещё и через ближайшую внешнюю точку Лагранжа. Этот вариант проиллюстрирован на рис. 2, где точки показывают геометрические места частиц в различные моменты времени. Можно видеть, что темп обмена массой достигает максимума за время порядка суток и затем быстро падает. Степень заполнения полости Роша $\frac{R_1}{R_1^R}$ становится настолько большой, что донор начинает терять массу через ближайшую внешнюю точку Лагранжа. Менее чем за 20 исходных орбитальных периодов обмен массой прекращается.

В результате реализации такого сценария формируется двойная звезда, окружённая газовым диском. Если полную массу двойной звезды принять равной солнечной, тогда масса донора на момент окончания обмена массой будет близка к верхнему пределу масс для коричневых карликов и составит 0.05 $M_\odot$. Как и для предыдущего варианта, конечная масса донора слишком велика для того, чтобы получившаяся система могла считаться планетной. Если начальная масса двойной звезды будет порядка 0.1 $M_\odot$, тогда формирование протопланетной системы в результате реализации такого варианта вполне возможно, но такая протопланетная система будет иметь слишком малую массу центральной звезды по сравнению с Солнечной системой. Таким образом, рассмотренный вариант интересен скорее при рассмотрении формирования и эволюции систем, содержащих коричневые карлики.

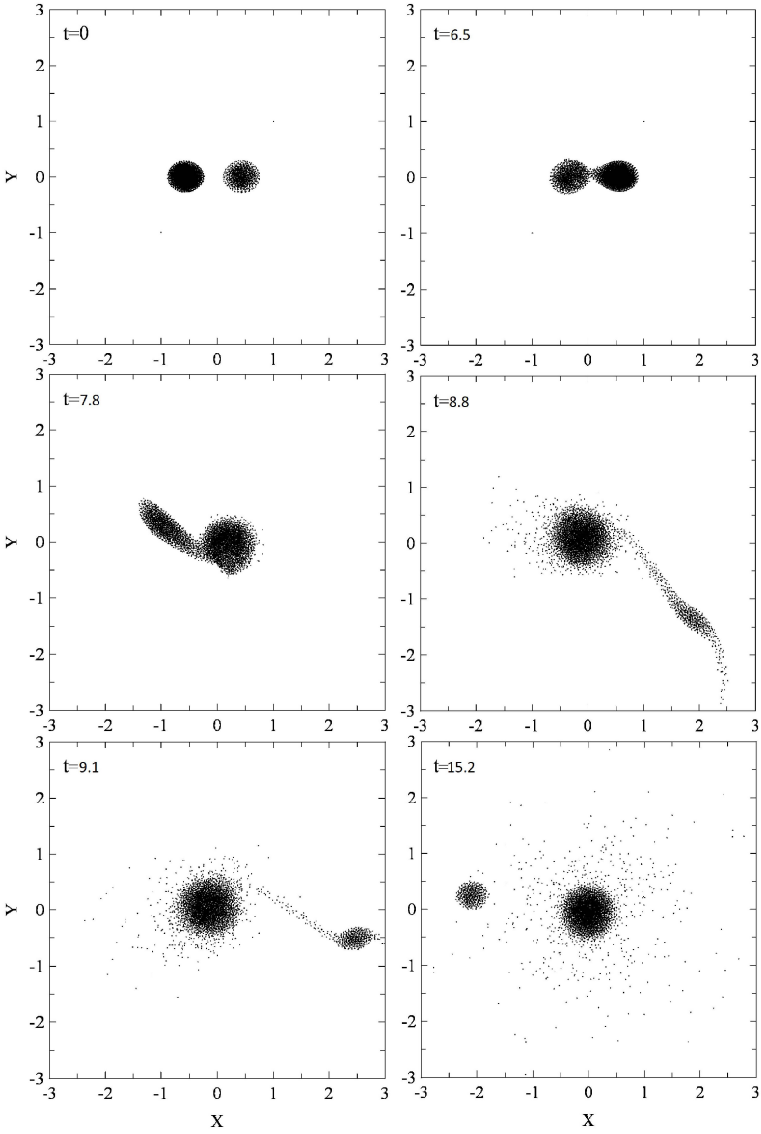


Рис. 2. Процесс обмена массой в двойной звезде с начальной относительной массой близкой к критическому значению, $\mu_0 = 0.43$. Точки указывают геометрические центры частиц. Расстояния и время указаны в единицах большой полуоси и периода исходной двойной звезды.

Как видно из рассмотренных выше вариантов, при приближении к критическому значению приведённой массы, темп обмена массой растёт и возмущения, испытываемые донором, тоже растут. При $\mu_0 > \mu_c$ переполнение полости Роша донором растет настолько быстро, что звезда донор разрушается. Этот вариант проиллюстрирован на рис. 3 для случая $\mu_0 = 0.45$. Менее чем за 10-20 орбитальных периодов донор полностью разрушается, вытягиваясь в форме "рукава". Такая форма получается за счёт существенной потери массы донором через внешнюю точку Лагранжа. Под воздействием гравитационного поля аккретора, а также за счёт разницы скоростей, рукав фрагментируется и формируются облака, погруженные в околозвездный диск. Орбиты облаков обладают существенным эксцентриситетом $e \approx 0.4$-0.5 и большими осями порядка нескольких больших осей орбиты исходной двойной звезды. Облака, обладающие наименьшими осями орбит, разрушаются в момент прохождения ими периастра, повторяя судьбу звезды донора. Если принять, что масса исходной двойной звезды равна солнечной, то массы "выживших" облаков будут порядка $5 \cdot 10^{-3} - 10^{-2} M_\odot$, что уже типично для протопланетных систем. Распределение углового момента в полученной системе таково, что в диске и облаках содержится существенная часть углового момента – более половины (Сироткин, Solar System Research, 2007).

Величина большой оси сформировавшихся облаков зависит от большой оси исходной двойной звезды. Последняя определяется принятым отношением "масса – радиус" для звёзд её составляющих, поскольку они должны быть близки к заполнению своих полостей Роша, иначе процесс обмена массой был бы невозможен. Для маломассивных протозвёзд светимость в процессе их эволюции может меняться на два порядка, в то время как их эффективная температура остаётся примерно постоянной. Это означает, что радиус звезды за время сжатия к главной последовательности может уменьшиться примерно на порядок. Таким образом, для фиксированной массы двойной звезды, геометрические свойства системы, полученной в результате обмена массой, будут зависеть от того, где на треке Хаяши находятся звезды, её составляющие. Возраст обеих звезд разумно принять равным. Если обмен массой начался в самом начале трека Хаяши, то большие оси протопланет (либо звёзд) после обмена массой будут на порядок больше, чем в случае, если обмен массой начался в момент, когда звезды находятся на главной последовательности нулевого возраста.

Используя результаты, описанные выше, можно попытаться оценить параметры двойной звезды, обмен массой в которой может привести к формированию протопланетной системы, подобной Солнечной. В этом случае полную массу системы разумно принять равной солнечной. Тогда $M_1 = \mu_c M_\odot \approx 0.44 M_\odot$, $M_2 = 0.56\, M_\odot$. Большую полуось наиболее массивного облака можно принять равной большой полуоси Юпитера, ~ 5 а.е., что позволяет оценить большую ось исходной двойной звезды ~ 1 а.е. Помня о том, что звезды должны заполнять свои полости Роша и применяя известные зависимости для радиуса полости Роша, получаем: $R_1 \approx 67\, R_\odot$ и $R_2 \approx 71\, R_\odot$. Радиусы, полученные в результате такой оценки, слишком велики для звёзд и характерны скорее для протозвёзд. Таким образом, если Солнечная система образовалась в результате слияния двойной звезды, то такая двойная звезда должна была состоять из протозвёзд.

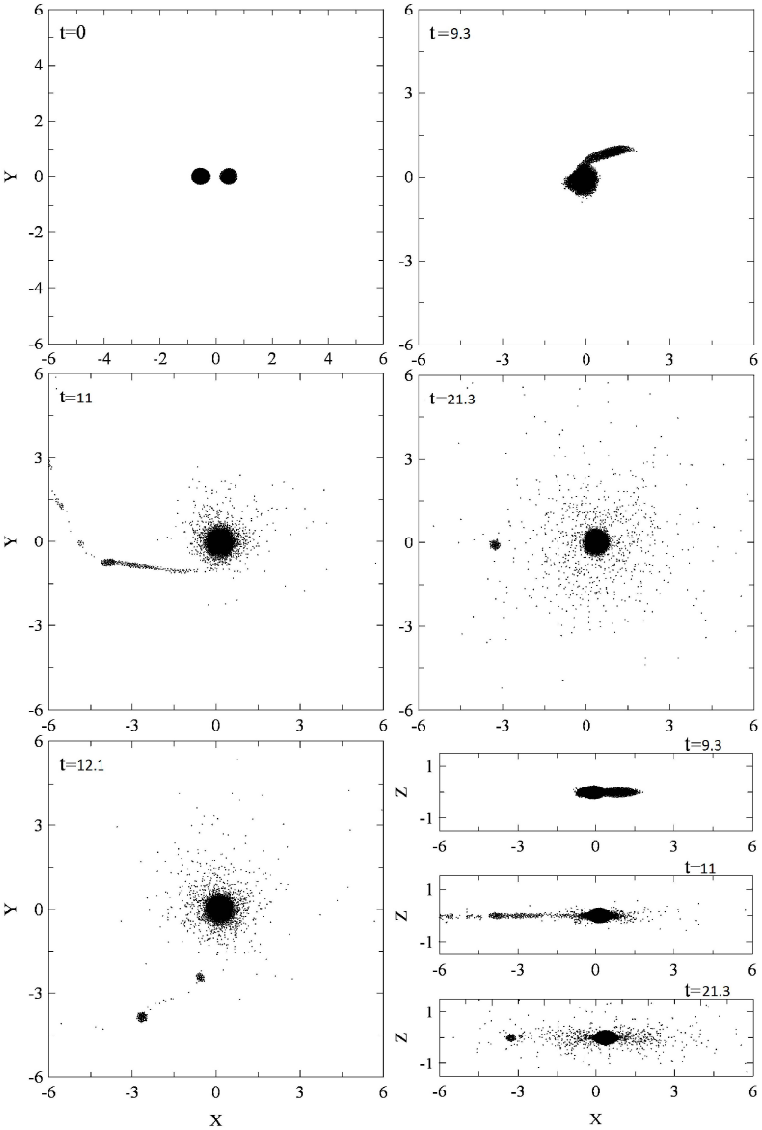
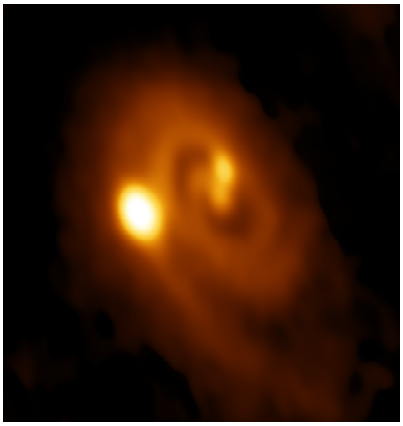


Рис. 3. Процесс обмена массой в двойной звезде с начальной относительной массой больше критического значения, $\mu_0 = 0.45$. Звезда донор разрушается, а из её вещества формируются диск и облака планетных масс.

Предложенный сценарий формирования протопланетной системы обладает рядом существенных преимуществ при сравнении с гипотезами типа Канта–Лапласа. В предложенном сценарии сразу учитывается тот факт, что большинство звёзд являются двойными или кратными. Основные элементы Солнечной или подобных планетных систем могли сформироваться на очень ранних эволюционных этапах, когда звёзды, составлявшие исходную двойную звезду, были в своей "колыбели" и, возможно, не являлись ещё звёздами с общепринятой точки зрения. Важно отметить, что в предложенной модели планеты-гиганты формируются вместе с диском в течении очень короткого, в сравнении с общей протяжённостью "жизни" звёзд, времени. Планеты-гиганты могут приобретать существенные эксцентриситеты ещё на этапе формирования и иметь большие оси орбит порядка 1 а.е., что важно для объяснения параметров орбит внесолнечных планет-гигантов, где царит богатое разнообразие в сравнении с Солнечной системой.

Полученное распределение углового момента гораздо ближе к наблюдаемому в Солнечной и других планетных системах чем то, что получается в моделях типа Канта–Лапласа. Сформировавшаяся центральная звезда находится в состоянии предельно быстрого вращения, когда центробежное ускорение на её экваторе полностью компенсирует гравитационное притяжение её недр. Потеря центральной звездой углового момента за счёт магнитного звёздного ветра в процессе её эволюции может изменить баланс углового момента в системе таким образом, что в диске и суперпланетах будет содержаться ещё большая его часть.

Гипотеза Канта–Лапласа родилась во времена, когда для наблюдений была доступна единственная планетная система – Солнечная. Мы не вправе утверждать, что протопланетные системы формируются лишь в рамках единственно возможного процесса, поскольку разнообразие Вселенной неисчерпаемо, и мы имеем счастье получать тому наблюдательные подтверждения.



Всего в 750 световых годах от нас, в молекулярном облаке Персея, окутанная пылевым протозвёздным диском, рождается тройная звёздная система. На этой фотографии, полученной в миллиметровом диапазоне Атакамской большой антенной решёткой ALMA в Чили, хорошо видны две протозвезды, разделённые расстоянием всего лишь в 61 а.е., а третья расположилась на 183 а.е. от центральной протозвезды. На изображениях, полученных ALMA, также видна спиральная структура, показывающая нестабильности и фрагментацию, которые привели к образованию нескольких объектов в одном протозвёздном диске. Астрономы оценивают возраст этой системы, записанной в каталог под именем L1448 IRS3B, менее чем в 150 000 лет. Подобный процесс звездообразования, запечатлённый на ранней стадии развития, не является чем-то необычным, так как почти у половины известных нам звёзд типа Солнца было обнаружено, по крайней мере, по одному компаньону (Б.Сакстон, ALMA, AUI/NSF – Дж.Тобин).

НОВОСТИ АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКИ
(Обзор по состоянию на 1 октября 2017 года)

Полное солнечное затмение 21 августа 2017 года. Жителям США повезло: они стали свидетелями полного солнечного затмения, полоса полной фазы которого проходила почти по середине территории США. По всей полосе затмения была благоприятная погода, что позволило увидеть это красивое космическое явление. Хорошо была видна корона Солнца и "алмазное кольцо". В момент затмения отмечен всплеск солнечной активности: по диску Солнца проходили большие группы пятен, которые внесли свой особый вклад, образуя протяженную корону. Затмение 21 августа успело получить название "Великого американского затмения", поскольку стало первым солнечным затмением со времени образования США, полную фазу которого можно было наблюдать исключительно в Америке. Предыдущее полное солнечное затмение, видимое только с этой территории, произошло 13 июня 1257 года. Примечательно, что жители США последний раз видели полное солнечное затмение 99 лет назад.

Астрономы опасаются снижения солнечной активности в новом цикле через два года. Показатель уровня солнечной активности можно определить по количеству вспышек и пятен на Солнце, возникновение которых зависит от изменений его магнитного поля. В общей сложности, продолжительность полного цикла солнечной активности, от максимума до максимума, составляет около 11 лет. В годы, когда Солнце активно, как правило, учащаются полярные сияния и все чаще происходят магнитные бури, которые могут "спровоцировать" технические неполадки, а также вызвать ухудшение самочувствия у людей. По словам ученых, совсем недавно показатели солнечной активности превышали показатели многолетней нормы, иными словами, Солнце пребывало в так называемом "великом солнечном максимуме". Но, с началом в январе 2008 года текущего 24-го цикла показатель солнечной активности оказался рекордно низким, что даже заставило астрономов думать, будто наше светило готовится к "спячке", но в 2015 году активность Солнца достигла нормы. Благодаря собранным раннее данным, Ивонне Элсворт (Yvonne Elsworth) из Великобритании и ее коллегам впервые удалось обнаружить свидетельства о фундаментальных изменениях работы магнитного поля внутри Солнца, которое порождает возникновение пятен и вспышек его активности. И, как рассказали ученые, показатели 22-го цикла были "нормальными", а позже оказались неожиданно слабыми. Тем самым существенно изменилось поведение пятен на солнечной поверхности. Помимо этого, изменения также были замечены в движении поверхности светила – скорость вращения Солнца замедлилась в районе 60-ой параллели южной и северной широты, где расположены его приполярные регионы. Причины произошедшего астрономы пока выяснить не могут. Аналогично неизвестно, будет ли происходить то же самое спустя два года, когда начнется следующий цикл солнечной активности. На данный момент количество пятен на Солнце уменьшается, что "заставляет" прогнозировать повторное падение этих цифр до рекордно малых значений. Со слов Элсворт, повторение текущих трендов в новом цикле может привести к так называемому "Маундеровскому минимуму", когда в течение продолжительного времени, примерно с 1645 по 1715 год, наблюдалось уменьшение

количества солнечных пятен. То есть, наступит некий аналог периода аномального спокойствия на Солнце, с которым, кстати, принято связывать длительные климатические похолодания в начале Нового времени.

Гелиосфера имеет сферическую, а не вытянутую форму, выяснили астрономы. Новые данные, полученные при помощи миссии "Кассини", объединенные с результатами измерений, проведенных при помощи двух космических аппаратов "Вояджер" (Voyager) и аппарата Interstellar Boundary Explorer, или IBEX, указывают на то, что наше Солнце и планеты окружены гигантской сферической системой, создаваемой магнитным полем Солнца – что ставит знак вопроса над представлением, согласно которому солнечное магнитное поле имеет вытянутую форму, подобную хвосту кометы. Солнце постоянно испускает потоки солнечного ветра, который наполняет внутреннюю Солнечную систему, простираясь далеко за орбиту Нептуна. Этот солнечный ветер создает "пузырь" размером в 37 млрд. км, называемый гелиосферой. До настоящего времени основной гипотезой о строении гелиосферы являлась версия, согласно которой гелиосфера по форме похожа на комету и имеет "голову" почти правильной сферической формы и характерный вытянутый "хвост". Однако новые данные, полученные при помощи инструментов "Кассини", допускают, что этого предполагаемого "хвоста" у гелиосферы на самом деле почти не существует. Такая сферическая гелиосфера может объясняться комбинацией факторов, основным из которых называют то, что межзвездное магнитное поле на самом деле оказалось намного мощнее, чем считалось ранее.

Земля и вспышки сверхновых. По мнению астрономов, при условии вспышки сверхновых на расстоянии от Земли в 50 световых лет, они могут спровоцировать массовую гибель животных. Американский астроном Адриан Мелотт рассказал – раньше ученые думали, что "разрушительная" дальность сверхновых достигает только 25 световых лет, но это мнение оказалось ошибочным, так как выяснилось, что остатки ближайших сверхновых находятся в два раза ближе к Земле, чем считалось до этого. В прошлом году спутник ACE обнаружил в космосе и на дне океанов Земли однозначные следы вспышек сверхновых, свидетельствующие о том, что примерно 2,8 и 8,7 млн. лет назад самые ближние из них "бомбардировали" своими лучами Землю и другие планеты в Солнечной системе. Сначала считалось, что сверхновые взрывались в 300-600 световых лет от Земли. Как результат – к разрушению озонового слоя и атмосферы эти всплески привести не могли, но эволюционный темп ускорили, а, может, даже стали толчком для зарождения человечества. После открывшихся новых сведений о более ранней Сверхновой, вспыхнувшей еще ближе к Земле, в 150 световых годах, ученые задумались о том, могла ли она спровоцировать массовую гибель животных. С помощью компьютерной модели, Мелотт и его коллеги проверили данную гипотезу, рассчитав необходимую долю ультрафиолета, обычного света и высокоэнергетических космический лучей, которые должны были достигнуть озонового щита Земли и нижних слоев атмосферы. По результатам проведенных исследований, "бомбардировка" Земли увеличившимся количеством космических лучей высокой энергии вполне могла спровоцировать вымирание животных. В течение ближайших десяти тысяч лет озоновый слой Земли станет менее плотным на 25%, что довольно близко к критическим 33%, когда вся жизнь на Земле будет в опасности. По мнению Мелотта, вспышка сверхновой может уничтожить жизнь на Земле с расстояния 50 световых лет.

Однако, как говорят астрономы, взрывов сверхновых на такой дистанции Земле не стоит "бояться", но забывать об их влиянии на эволюционные этапы жизни и возможное ее исчезновение в прошлом нельзя.

Погода на Марсе: "Облачно, возможны снежные бури в ночное время". На Марсе бушуют мощные снежные бури в ночное время суток. Вплоть до настоящего времени считалось, что снег, выпадающий из низкорасположенных марсианских облаков, минуя жидкое состояние, оседает на поверхность планеты медленно, в почти безветренных условиях. В новом исследовании Марса сообщается, что частицы водяного льда в ходе "ледяной бури" достигают поверхности планеты в течение нескольких минут. Атмосфера Марса примерно в 100 раз тоньше, чем у Земли, однако является достаточной для существования облаков и ветра, но в ней очень мало влаги. По сути, Марс представляет собой ледяную пустыню, на поверхности которой отсутствует жидкая вода. Снег и лед длительное время существует только в полярных шапках.

Оценка количества воды, нужной для формирования долин на Марсе. Произведен расчет количества воды, необходимого для формирования древней сети долин на поверхности Марса, и сделан вывод о том, что на поверхности Марса ранее находилось значительно больше воды. В этом исследовании приводятся свидетельства в пользу гипотезы, согласно которой на Марсе раньше поддерживался более теплый климат, при этом вода испарялась из древнего океана, возвращаясь на поверхность в форме дождя, формируя обширную сеть долин на поверхности, образованных более 3 млрд. лет назад. По самым консервативным оценкам глобальный объем сетей марсианских долин и общий объем воды, необходимый для формирования этих долин, оказываются примерно в 10 раз выше рассчитанных ранее.

Ученые обнаружили "перерыв" в бомбардировке Марса астероидами. Начиная с ранней истории Солнечной системы, столкновения между астрономическими объектами влияли на формирование планет и изменяли направление их эволюции. Изучая историю ранней бомбардировки поверхности Марса, ученые из США, открыли, что в течение довольно продолжительного периода времени столкновений крупных космических объектов с поверхностью Марса практически не происходило. "Эти новые результаты говорят о том, что история столкновений астероидов с поверхностью Марса хорошо совпадает с версиями истории бомбардировок Луны, Меркурия и столкновений, происходивших внутри Главного астероидного пояса, – сказал главный автор нового исследования доктор Билл Боттке, – мы относим более поздние столкновения к так называемой Поздней тяжелой бомбардировке". Ранняя бомбардировка поверхности Марса тесно связана с бомбардировкой внутренней части Солнечной системы. Впадина Borealis, самая обширная и наиболее древняя впадина на поверхности Марса, составляет примерно 7500 км в диаметре и покрывает большую часть северного полушария планеты. Новый анализ показывает, что на краю впадины Borealis расположен лишь один ударный кратер более позднего происхождения, называемый Isidis. Это накладывает строгие статистические ограничения на число крупных впадин, которые могли сформироваться на Марсе после формирования впадины Borealis. Более того, состояние, в котором находятся сегодня четыре более молодые, по сравнению со впадиной Borealis, впадины на поверхности планеты – Hellas, Isidis, Argyre и ныне погребенная под слоем более поздних пород впадина Utopia – оказалось очень схожим с состоя-

нием более обширной и древней впадины Borealis. Хорошая сохранность как впадины Borealis, так и этих более молодых кратеров указывает на то, что и кратеры, которые могли сформироваться в период между формированием впадины Borealis и этих, более молодых воронок, также должны были хорошо сохраниться. Однако других крупных впадин, находящихся в таком же состоянии, на поверхности Марса обнаружено не было. Так как возраст впадин Hellas, Isidis и Argyre оценивается в 3,8-4,1 млрд. лет, а впадины Borealis – в 4,5 млрд. лет, то минимальная продолжительность "перерыва" в бомбардировке поверхности Марса должна была составить около 400 миллионов лет.

В кольцах Сатурна роятся яркие "пропеллеры". Зонд "Кассини" детально запечатлел ближние кольца Сатурна, где в большом количестве были замечены яркие вихри и волны – своеобразные "пропеллеры". Вообще, возникновению колец Сатурна послужил разрушившийся планетный "зародыш" еще в период образования Солнечной системы. Ученые считают, что тот подобрался к гигантской планете на слишком близкое расстояние, и приливные силы разорвали его, раздробив на огромное количество мельчайших осколков. Те, что были более плотными, захвачены Сатурном и Титаном, а из оставшихся образовались кольца. На последних, полученных с зонда "Кассини" снимках, которые он сделал во время своего пролета в промежутке между Сатурном и его кольцами, можно увидеть наличие своеобразных "складок", "соломинок" и "пропеллеров", разгуливающих на поверхности кольца А – это самый ближний, расположенный к планете, газопылевой диск. В первый раз эти структуры были сфотографированы зондом недавно, когда начались финальные пролеты зонда через кольца Сатурна, завершающие работу аппарата на орбите. Благодаря новым снимкам появилась возможность "связать" между собой большие "пропеллеры", заснятые зондом в начале его миссии, которые как считается, имеют отношение к присутствию лун внутри сатурнианских колец из газа и пыли, и недавно обнаруженные подобного типа структуры небольших размеров.

Астрономы выяснили, по какой причине на Уране каждый день полюса меняются местами. Уран – лишь одна планета Солнечной системы, ось вращения которой лежит почти в плоскости ее орбиты. А по отношению к его географическим полюсам, магнитные расположены под углом в 60 градусов (на Земле – 11 градусов). По мнению ученых, это может быть связано со скрытым под плотной атмосферой Урана соленым океаном, генерирующим его магнитное поле. Эти факты планетологи объясняют "пережитыми" в далеком прошлом Ураном мощными столкновениями с гигантскими планетными "зародышами". Кроме этого, есть еще одна особенность магнитного поля Урана, замеченная космическим зондом "Вояджер-2" еще в 1986 году – попеременно то полностью "открытая" для бомбардировки частицами солнечного ветра, то "закрытая" от нее магнитным “щитом” атмосфера Урана. Учеными была создана компьютерная модель недр планеты, в которой они просчитали временные изменения ее магнитного поля. Оказалось, что в дни, приходящиеся на период летнего и зимнего солнцестояния, магнитное поле планеты выступало в качестве некоего "рубильника", который менял полюса местами на планете по истечении каждых почти полных 18 часов, точно спустя одни сутки на Уране. При этом в магнитном щите планеты образовывается "брешь", зафиксированная "Вояджером-2".

Прогноз "погоды" для экзопланеты Проксима Центавра b. В системе звезды Проксима Центавра, названной "Ближайшая" (расстояние до неё 4,28 световo-

го года), находится планета, обозначенная как Проксима Центавра b, масса которой составляет примерно 1,3 массы Земли. Более того, Проксима Центавра b лежит в границах обитаемой зоны своей звезды. Сама звезда Проксима Центавра представляет собой карлик спектрального класса М, масса которого составляет примерно одну десятую от массы Солнца, со светимостью 0.000056 светимости Солнца. Поэтому границы обитаемой зоны для этой звезды сдвинуты в сторону светила, и расстояние внутренней границы зоны в 20 раз ближе к светилу, чем в Солнечной системе. Карлики спектрального класса М являются весьма опасными для гипотетически зарождающейся на поверхности экзопланеты жизни, поскольку многие из них являются вспыхивающими звездами, и во время вспышек большая часть испускаемого ими излучения находится в ультрафиолетовом, жестком ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах спектра. При этом давление излучения в 1000-10000 раз выше, чем в нашей планетной системе. Излучение в этих высокоэнергетических диапазонах известно как губительное для всего живого. Также это излучение может испарить с поверхности планеты её атмосферу, и прогноз об обитаемости такой планеты негативен.

"Двойники" Земли у красных карликов, скорее всего, безжизненны. В течение прошлых лет было обнаружено несколько планет, которые могли бы претендовать на звание "двойника" Земли. Три из них располагались в звездной системе TRAPPIST-1 и LHS-1140. "Общим" для этих планет являются их небольшие размеры, расположение на орбите, в так называемой "обитаемой зоне", где возможно существование воды в жидком состоянии, а также вращение их происходит вокруг красных карликов. Но, результаты наблюдений за красными карликами показали, что практически все они вырабатывают огромное количество малых и небольшое количество сверхмощных вспышек, которые могут привести к уничтожению атмосферы и жизни на планетах, находящихся в их окружении. Было обнаружено, что на поверхностях нескольких десятков красных карликов есть следы сотень вспышек, которые по своей силе и продолжительности имели очень широкие пределы. Воздействие подобных вспышек Земле не угрожает в отличие от планет, вращающихся на орбитах указанных "двойников". Их удаленность от светил значительно меньше, что представляет серьезную опасность. Даже возникновение самых слабых вспышек приведет к разрушению озонового слоя и уничтожению атмосферы, а после и к проникновению на саму поверхность, где зарождение жизни маловероятно.

В звездном "зародыше" в созвездии Ориона астрономы обнаружили сложную органику. По мнению современных астрономов, местами рождения всех звезд и планет являются холодные туманности из газа и пыли, в состав которых входят нейтральный водород, гелий и пыль. За счет неравномерно распределенного газа в этих туманностях, со временем он начинается сгущаться плотными комками – своеобразными звездными "зародышами". Исследуя эти образования с помощью микроволнового телескопа ALMA Чин-Фей Ли с коллегами (Тайвань) обнаружили колоссальное количество "спиртовых" молекул, включая молекулы метанола и некоторых сложных эфиров. Ученые считают, что в открытом космическом пространстве эти молекулы оказались после того, как рождающаяся звезда своим теплом и светом растопила их с поверхности "ледяных" зерен в аккреционном диске. Важность данного открытия состоит в том, что обнаруженные вещества представляют собой заготовки для формирования аминокислот, так называемых "кирпичиков

жизни", которые, по мнению планетологов, и являются "ключом" к зародившейся жизни на Земле. А сложная органика, присутствующая в протопланетном диске в период его самого начального развития, свидетельствует о возможности зарождения жизни практически у каждой звезды.

Экстремальные выбросы далеких звезд. Модели, разработанные для нашего Солнца, теперь были применены к холодным звездам. Корональные выбросы массы (CME) представляют собой гигантские выбросы плазмы и сопровождающих ее магнитных полей, которые обычно происходят на Солнце и на других звездах. Новые модели мощных звездных выбросов указывают на то, что вопрос об обитаемости внесолнечной планеты может оказаться куда более сложным, чем считалось ранее. Взаимодействие CME с магнитным полем внесолнечной планеты может приводить к сжатию магнитосферы планеты вплоть до почти полного её подавления, что уничтожит любую жизнь на ней. В новом исследовании ученые из США и Великобритании показали на примере холодной звезды V374 Пегаса, что CME, извергаемые холодными звездами, имеют более высокий потенциал подавления магнитного поля планеты, обращающейся вокруг звезды. Согласно этим результатам магнитное поле планеты должно быть в 10-1000 раз мощнее, чтобы противостоять влиянию CME.

Обсерватория ALMA запечатлела мощный "звездный взрыв". Не только активность черных дыр, но и рождение звезд может сопровождаться яркими и мощными взрывами. Свидетельством этому стало изображение, полученное массивом ALMA из 60-ти радиотелескопов, расположенных в Чили. Примерно 500 лет назад пара юных протозвезд сблизились до опасного расстояния, результатом чего стал мощный взрыв, разорвавший их на части. Астрономы наблюдали рассеянные по обширной области пространства осколки этого взрыва, чтобы глубже понять взаимоотношения между звездами, рождающимися из одного молекулярного облака в туманности Ориона, которое находится от Земли на расстоянии 1500 световых лет. Вскоре после формирования семейства протозвезд, произошедшего примерно 100 тыс. лет назад, несколько протозвезд подошли близко друг к другу, и их дальнейшее сближение начало происходить все быстрее, и две звезды столкнулись. Это сопровождалось мощным взрывом, сообщившим близлежащим протозвездам и гигантским потокам из пыли и газа межзвездного пространства скорости свыше 150 км/с. В результате этого взрыва выделилось столько энергии, сколько выделяет Солнце на протяжении 10 мли. лет.

Новые фотографии Крабовидной туманности. В НАСА самыми мощными телескопами сделаны уникальные снимки Крабовидной туманности, остатка вспышки Сверхновой 1054 года (созвездие Тельца). Это была первая сверхновая, о которой узнало человечество. Крабовидная туманность очень яркая и близко расположена к Земле, к тому же – это самый изученный объект подобного рода. Это самый мощный рентгеновский и гамма-объект ночного неба. Полученные НАСА снимки были сделаны самыми чувствительными на сегодняшний день телескопами: оптическим "Хаббл", инфракрасным "Спитцер", рентгеновскими "XMM-Newton" и "Чандра", а также с помощью радиоантенн VLA. Уникальная особенность этих фотографий в том, что их сделали практически одновременно, благодаря чему получилась самая полная картина Крабовидной туманности во всех имеющихся диапазонах электромагнитного излучения. Если сравнивать их с предыдущими, сделанными в прошлых десятилетиях, ученые могут проследить изменение туманности и определить продолжительность жизни подобных "саванов" давно погибших светил.

Нашу Галактику бомбардируют миллионы черных дыр из Большого Магелланова Облака. Группа астрономов показала, что самые быстродвижущиеся звезды в нашей Галактике, которые путешествуют с настолько высокой скоростью, что могут покинуть пределы Млечного Пути, на самом деле представляют собой "беглянок" из меньшей по размерам галактики, обращающейся вокруг нашей. Многие из таких звезд завершают свой жизненный цикл, находясь "в пути", поэтому в сторону нашей Галактики могут нестись потоки "мертвых звезд" – нейтронных звезд и черных дыр. Исследователи из Кембриджа (Великобритания), используя данные Слоуновского цифрового обзора неба и компьютерных моделей, показали, что эти, так называемые, сверхскоростные звезды происходят из Большого Магелланова Облака (БМО), карликовой галактики, являющейся спутником нашего Млечного Пути.

Наша Галактика "Млечный Путь" лежит внутри галактической пустоты. С космологической точки зрения Млечный Путь и его непосредственные окрестности находятся в войдах – "пустотах" Вселенной. В настоящее время показано, что Вселенная подобна гигантскому пчелиному улью, состоит из множества сот – пустот, на границах которых существуют большинство галактик и их скоплений. В 2013 году наблюдения, проведенные астрономами, совершенно неожиданно показали, что наша Галактика находится внутри гигантского войда, содержащего намного меньше галактик, звезд и планет, чем ожидалось. Эти результаты помогают устранить противоречие между результатами измерений константы Хаббла, отражающей скорость расширения Вселенной. Для ее измерения ученые применяют различные методы, среди которых можно выделить метод, основанный на использовании относительно близко расположенных сверхновых, и метод с использованием реликтового излучения – свечения Вселенной, сохранившегося со времен Большого взрыва. Пустота, в которой находится наша Галактика, влияет на результаты измерений константы при помощи первого метода и почти не влияет на результаты измерений, полученные при использовании метода, основанного на измерениях параметров реликтового излучения.

Астрономы собирают в единое целое первое изображение окрестностей черной дыры. Началось осуществление программы проекта "Event Horizon Telescope" – самой масштабной системы из восьми самых крупных радиотелескопов, расположенных по всему земному шару. Сеть радиотелескопов протянулась от Гавайских островов до Антарктики и Испании. В итоге удалось реализовать радиотелескоп эффективным размером в 10 тыс. км. Первым объектом наблюдений стала окрестность черной дыры в центре нашей Галактики массой в 4 млн. масс Солнца. Она находится от нас на расстоянии 26 тыс. световых лет и является ближайшей к нам массивной черной дырой. Ученые надеются получить ответы на важные вопросы о происхождении Вселенной и её структуре. Все собранные данные – примерно по 500 терабайт на каждый телескоп – будут собраны и перевезены в обсерваторию "Haystack" (США), где будет произведена их обработка при помощи суперкомпьютеров. Изображение будет готово в течение нескольких месяцев.

Новые снимки показали как сверхмассивная черная дыра "подавилась" материей. В центральной части практически каждой галактики наблюдается присутствие сверхмассивных черных дыр. Главным образом они отличаются от черных дыр, возникших в результате звездного коллапса, своей массой, которая в несколько миллионов раз превышает массу Солнца. В процессе периодического поглощения ими звезд, газа и других небесных тел, часть от захваченной материи

они выбрасывают в космос пучками раскаленной плазмы (джетами), скорость движения которых достигает околосветовой. Эти выбросы происходят из-за способности черных дыр "лакомиться" материей в несчитанных количествах. Данный предел их "сытости" астрофизиками именуется пределом Эддингтона. Когда материя достигает его границ, начинается ее скапливание вокруг черной дыры в виде аккреционного диска, больше напоминающего раскаленный "бублик" из материи. Внутри такого "бублика" частицы материи, тесно трущиеся друг об друга, нагреваются до сверхвысокой температуры, и когда какая-то их часть приближается к границе между дырой и диском аккреции, та выбрасывает их в космос. С помощью европейской радиотелескопической сети VLBI, образовавшей виртуальную "радиоантенну", соразмерную целой планете, а также с помощью телескопов "Хаббл" и "Чандра", ученым удалось запечатлеть на снимках центр галактики NGC 5195. Это первые из фотографий "новорожденного бублика" и миниджетов, форма которых напоминает какие-то необычные закрученные структуры. Изучив их, возможно, удастся объяснить, как происходит, что черная дыра начинается "давиться" поглощаемой ею материей.

Таинственные быстрые радиовспышки действительно происходят в глубоком космосе. Кто или что во Вселенной отвечает за формирование коротких радиоимпульсов, регистрируемых радиотелескопами? Маниша Калеб из Австралии в новом исследовании смогла подтвердить, что эти таинственные вспышки в радиодиапазоне действительно рождаются в космосе. Калеб и её коллеги описывают три новых быстрых радиовспышки, обнаруженные ими при помощи радиотелескопа Молонгло. Открытые примерно 10 лет назад при помощи радиотелескопа Паркс, быстрые радиовспышки представляют собой мощные миллисекундные импульсы радиоизлучения, идущие с разных сторон неба. Яркость этих вспышек примерно в миллиард раз превышает яркость любого другого объекта, когда-либо наблюдаемого в нашей Галактике. Одно из возможных объяснений происхождения этих таинственных вспышек состоит в том, что они на самом деле не приходят к нам из далекого космоса, а представляют собой своего рода местные "помехи", вводящие в заблуждение астрономов. Однако в своей работе Калеб и её коллеги, используя преимущество уникального, невероятно большого фокусного расстояния радиотелескопа Молонгло, смогли определить минимальное расстояние до источников быстрых радиовспышек, тем самым подтвердив, что эти вспышки рождаются в далеком космосе.

Могут ли гравитационные волны рождаться внутри шаровых скоплений звезд? Астрофизики всего мира, затаив дыхание, слушали появившееся 1 июня 2017 года сообщение о том, что эксперимент LIGO зарегистрировал уже третий по счету импульс гравитационных волн. Предсказанные более чем столетие назад Эйнштейном и впервые обнаруженные при помощи обсерватории LIGO в 2015 году, гравитационные волны открывают новый способ наблюдения самых высокоэнергетических событий во Вселенной. Происхождение гравитационных волн в каждом из трех зарегистрированных при помощи обсерватории LIGO случаев представляется связанным с катастрофическим столкновением пары гигантских черных дыр. До появления обсерватории LIGO астрономы даже не имели доказательств того, что черные дыры таких масс существуют во Вселенной. Теперь перед исследователями встала новая важная задача, состоящая в определении происхождения этих пар черных дыр, сливающихся в единое целое. Ряд признаков, включая данные, полученные в последний раз

при помощи обсерватории LIGO, указывает на то, что сталкивающиеся черные дыры могут рождаться в шаровых звездных скоплениях. Исследователи все больше склоняются к мнению, что внутри скоплений звезд имеются "темные сердца", состоящие из десятков или даже сотен черных дыр и представляющие собой области пространства с наибольшей плотностью этих космических объектов. Таким образом, ученые пришли к выводу, что шаровые скопления звезд создают идеальные условия для формирования пар черных дыр, которые в процессе дальнейшей эволюции могут стать источниками гравитационных волн.

Успехи марсоходов. Исполнилось пять лет марсоходу "Кьюриосити", который уже преодолел 17 км по дну кратера Гейл, получив 200 тыс. снимков и исследовав 12 проб грунта. Он изучил летопись поверхности Марса, подтверждающую наличие в далеком прошлом воды и возможной жизни. Не менее успешной стала 13-летняя миссия марсохода "Оппортьюнити", который уже более чем в 50 раз превысил запланированный срок работы, проехав к началу сентября 2017 года 45 км, всё это время получая энергию только от солнечных батарей.

"Финал оперы" Кассини. 15 сентября 2017 года завершил свою миссию по исследованию Сатурна космический аппарат "Кассини". Миссия продолжалась 13 лет и принесла много неожиданных результатов. Впечатляют исследование самого большого спутника Сатурна Титана, важной частью миссии стала посадка на поверхность этого спутника спускаемого модуля "Гюйгенс". Титан оказался единственным объектом в Солнечной системе, кроме Земли, обладающим морями и озерами из жидкости (сжиженый метан). На спутнике текут реки, идут дожди. Даже дюны на этом спутнике состоят из углеводородов. Наличие атмосферы было обнаружено у спутников Рея (кислород и углекислый газ) и Дионы. На спутнике Энцелад бьют ледяные гейзеры до высоты в 300 км и существует подледный океан с возможностью существования неведомой нам жизни.

"Хаббл" – 27 лет исследований. Результаты работы "Хаббла", выведенного на околоземную орбиту 24 апреля 1990 года, огромны. Никто не мог предсказать до какой степени "Хаббл" перепишет все наши учебники по астрофизике и планетологии. В момент его запуска астрономы ничего не знали о возрасте Вселенной – оценки колебались от 10 до 20 млрд. лет. Исследование, проведенное с помощью телескопа, сузило этот разброс, и, согласно нынешним представлениям, с момента Большого взрыва прошло 13,8 млрд. лет. Эти данные были подтверждены космической миссией "Планк". "Хаббл" сыграл важнейшую роль в обнаружении ускорения, с которым расширяется Вселенная, а также принес решающие доказательства существования сверхмассивных черных дыр в центрах галактик. Среди самых крупных достижений телескопа, несомненно, следует назвать наблюдения "глубокого поля", когда он в течение многих дней фиксировал световое излучение, приходящее к нам из темного участка неба, и выявил присутствие тысяч крайне отдаленных и очень слабо светящих галактик. В настоящее время "Хаббл" рассматривает шесть огромных кластеров древних галактик. "Хаббл" в настоящее время способен "видеть" объекты, свет от которых в 10-50 раз слабее, чем от наблюдавшихся ранее. Целью этих исследований является наблюдение самых ранних этапов формирования первого поколения звезд и галактик, отдаленных от Большого Взрыва всего на несколько сот миллионов лет. Инженеры НАСА считают, что орбитальный телескоп прослужит еще не менее пяти лет.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ГАМОВСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ-ШКОЛА 2017 ГОДА

С 13 по 20 августа 2017 года в Одессе проводила свою работу традиционная XVII Международная Гамовская конференция-школа "Астрономия на стыке наук: астрофизика, космомикрофизика, космология и гравитация, радиоастрономия и астробиология".

Организаторами конференции были: Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова (НИИ "Астрономическая обсерватория", кафедра теоретической физики и астрономии физического факультета), Радиоастрономический институт НАНУ, Украинская астрономическая ассоциация, Евро-Азийское астрономическое общество, Российское гравитационное общество, Одесское астрономическое общество, Южный Центр НАНУ.

XVII Гамовская конференция-школа была посвящена 110-летию со дня рождения члена-корреспондента АН Украины, профессора В.П.Цесевича (мемориальные доклады И.Л.Андронова, Я.С.Яцкива и И.Б.Вавиловой), 100-летию космологической постоянной в уравнениях Эйнштейна (А.Д.Чернин), 50-летию открытия пульсаров (В.В.Захаренко), 30-летию вспышки Сверхновой в Большом Магеллановом Облаке (Г.С.Бисноватый-Коган).

Традиционные темы конференции: космология, гравитация, физика элементарных частиц, астрофизика, радиоастрономия, солнечная активность, солнечно-земные связи, Солнечная система, астробиология, информатика.

Пленарные заседания конференции проходили в прекрасном конференц-зале отеля "Гранд Марин" с зимним садом. Секционные заседания были традиционно организованы в конференц-залах базы отдыха Одесского национального университета им.И.И.Мечникова.

Работа конференции началась специальной сессией, посвященная 110-летию со дня рождения члена-корреспондента АН Украины Владимира Платоновича Цесевича, а прогрессу в тех областях, где он работал, было посвящено заседание секции "Астрофизика". В день открытия конференции был также проведен вечер воспоминаний о В.П.Цесевиче – ученом, учителе и прекрасном популяризаторе науки.

На конференции-школе было представлено 20 пленарных докладов, 113 устных докладов и 26 постеров. В конференции приняло участие 120 человек, представителей Армении, Беларуси, Молдовы, Словакии, Украины и России. Украину представляли ученые Радиоастрономического института НАНУ, ГАО НАНУ, астрономических обсерваторий и кафедр астрономии и теоретической физики Львова, Харькова, Киева, Одессы, Ужгорода и Днепра.

Список тем пленарных докладов был разнообразным и охватывал темы космологии и физики высоких энергий – 7 докладов (А.Д.Чернин, А.А.Панков, Ю.Л.Болотин, Б.С.Новосядлый, Л.Л.Енковский, В.И.Жданов, А.В.Цетринов), по астрофизике – 4 доклада (И.Л.Андронов, С.М.Андриевский, Г.С.Бисноватый-Коган, С.Г.Моисеенко, Д.Н.Дойков), радиоастрономии – В.В.Заха-

ренко, солнечной активности – 4 доклада (Л.М.Мирошниченко, В.Г.Лозицкий, М.Рагульская, М.И.Рябов), исследованию Солнечной системы – М.И.Орлюк. С программой конференции и тезисами докладов можно ознакомиться на интернет странице конференции: www.gamow.odessa.ua

Отличительной особенностью конференции 2017 года стало участие в ней большого числа молодых научных сотрудников, аспирантов и студентов.

Участники конференции побывали на экскурсии по вечерней Одессе, ознакомились с отреставрированной Потемкинской лестницей и новым Стамбульским парком, совершили морскую прогулку на катамаране "Хаджибей". Также традиционными стали: экскурсия по Гамовским местам Одессы, концерт "Гитара Испании – классика и фламенко" в исполнении Дмитрия Печкина (школа Анатолия Шевченко), музыкальный руководитель Наталья Шевченко, вечер одесского юмора в исполнении главного редактора журнала "Фонтан", вице-президента Всемирного клуба одесситов, писателя Валерия Хаита.

Во время работы конференции было проведено расширенное заседание Совета Украинской астрономической ассоциации (президент Я.С.Яцкив).

В настоящее время Международная Гамовская конференция-школа стала одной из самых больших астрономических конференций в Украине и одним из представительных символов астрономии в городе Одессе.

Очередная XVIII Гамовская конференция-школа будет проходить в 2018 году в Одессе (Черноморка) с 12 по 18 августа.

ШКОЛЬНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ КОНФЕРЕНЦИИ И ОЛИМПИАДЫ

5 февраля на базе физического факультета Одесского национального университета им. И.И.Мечникова (ОНУ) был проведен областной этап Всеукраинской ученической олимпиады по астрономии. В нем приняло участие 16 учеников 11 класса и 15 учеников, которые выступали за группу 10 класса (среди них было трое учеников 8-9 классов). Участникам было предложено несколько теоретических задач и демонстрационное задание, в котором нужно было правильно назвать или объяснить астрономическое явление или объект, показанный на экране.

Первое место в группе 11 класса уже не в первый раз заслужил Роман Солецкий (11 кл., Ришельевский лицей). В группе 10 класса лучший результат показал также ученик этого лицея Станислав Савастру. 2 место в группе 11 класса занял Дмитрий Твардовский из того же лицея, а в группе 10 класса 2-е место поделили между собой Екатерина Козицкая (гимназия № 5 г. Одессы) и Мария Коваленко (Ришельевский лицей). На третьем месте – 11-классники Кулаксиз Юрий из Виноградовской ЗОШ Болградского района Одесской области, Галунька Марина из Мариинской гимназии г. Одессы, Зеленюк Артем (гимназия №1 г. Одессы). В группе 10-го класса на 3-м месте: Коноплев Павел из Ришельевского лицея, Чабанюк Владислав и Воронко Алексей (гимназия № 5 г. Одессы), Баранова Валерия ЗОШ № 82 г. Одессы, Дмитриев Александр из Виноградовской ЗОШ и Чувальская Татьяна, ученица Новотроияновского НВК Болградского района Одесской области, а также Шевченко Андрей (8 кл. 1 гимн. г. Черноморска), который был самым младшим участником олимпиады этого года. Более подробнее результаты олимпиады можно посмотреть: http://ooiuv.odessaedu.net/uk/site/oblasna-olimpiada.html.

10-11 февраля прошла областная конференция секции астрономии Одесского областного отделения Малой академии наук (МАН), которая в последние годы была разделена на две секции. Победителем секции "Астрономия и астрофизика" стал Максимжит Чоудхари (9 кл. "Черноморский" лицей) с докладом "Мои наблюдения прохождения Меркурия по диску Солнца 9 мая 2016 года". Кроме хорошего знания астрономии и математики, хочется отметить знание языков – кроме родного хинди, еще и английского, французского, русского и украинского. Максим Чаурасия (11 кл., Приморский лицей) рассмотрел потери энергии чёрными дырами. Теории происхождения Земли рассмотрела Валерия Самсонова (9 кл. с.ш. №4 г. Черноморска). Анастасия Егорова (11 кл. с.ш. №122 г. Одессы) сделала обзор научного наследства Пифагора от космогонии до астрономии.

Доклады второй секции "Аэрофизика и космические исследования" были посвящены спутникам и малым телам Солнечной системы. Победительницей в этой секции стала Екатерина Скоренцева (10 кл. гимн. №9 г. Одессы), которая исследовала статистику вспышек спутников Iridium над Одессой. Кирилл Андрейченко (10 кл. с.ш. №50 г. Одессы) рассмотрел статистику удачных и неудачных поса-

док космических аппаратов на планету Марс. Анна Бродарская (9 класс, г. Черноморск) рассмотрела потенциально опасные для Земли астероиды, Анна Газун (9 класс, г. Черноморск) представила доклад "Девятая планета (гипотеза Батыгина-Брауна)". Алексей Кравчук (11 кл. с.ш. №40 г. Одессы) описал исследования автоматической станцией астероида Веста и карликовой планеты Церера.

4 марта на физическом факультете ОНУ прошел конкурс "Мирный Космос", организованный Одесским областным гуманитарным центром внешкольного образования и воспитания. Всего было представлено 43 работы школьников области по различным номинациям. В номинации "Ракетно-космическая техника" победил Илья Белик (г. Ананьев), диплом II степени получил Артем Дубина (г. Ананьев); в номинации "Астрономия" дипломами I степени награждены – Станислав Савастру (Ришельевский лицей) и Максимжит Чоудхари, (9 кл., Черноморский лицей); дипломом II степени – Мария Гличенко (7 кл. Александровской с.ш.); дипломом III степени – Сергей Брадарский (10 кл. Новотроянковского лицея). В номинации "Экология и космонавтика" дипломом I степени награжден Алексей Воронко (астрономический кружок), дипломом II степени – Лилия Лукаш (9 кл. Александровской с.ш.), дипломом III степени – Лиза Фрунзе (9 кл. Глибоковской с.ш.); в номинации "Человек. Земля. Вселенная" – дипломом I степени награждена Лидия Манастирлиу (9 кл. Глибоковской с.ш.); дипломом II степени – Артем Надич (пгт. Раздельная), дипломом III степени – Владислав Ткаченко (9 кл. Глибоковской с.ш.); в номинации "История развития авиации и космонавтики" дипломом I степени – Кирилл Андрейченко (10 кл. с.ш. № 50); Ливиу Топали (5 кл. Лиманской с.ш.); дипломом II степени – Максим Лошкарёв (9 кл. Струмкивского УВК); дипломом III степени – Марианна Додон (9 кл. Нерушайской с.ш.); в номинации "Космическая биология и медицина" дипломом I степени – Анна Донич (9 кл., пгт. Татарбунары); дипломом II степени – Дмитрий Николаев (11 кл.), Александр Каряй (10 кл. Новотроянковского УВК), Данила Юрьев (пгт. Раздельная), дипломом III степени – Александр Перепелка (9 кл., Татарбунарский УВК); в номинации "Программирование и вычислительная техника" дипломом I степени – Владислав Чабанюк, воспитанник астрономического кружка Одесского областного гуманитарного центра внешкольного образования и воспитания.

10-11 марта на физическом факультете (ОНУ) прошла областная конференция МАН по физике и астрономии. Лучшие доклады здесь http://theorphys.onu.edu.ua/school/man/2017/conf_march/conf_2017_march_abstracts.pdf. Из 13 докладов отмечены 6 по астрономии как участвовавшие в конкурсе научно-исследовательских работ МАН: Максимжит Чоудхари (9кл. "Черноморский" лицей – название доклада указано выше); Анна Ерёменко (9кл. Овидиопольской с.ш. №2) "Клим Иванович Чурюмов"; Дмитрий Николаев (11 кл. Новотроянковский УВК Болградского р-на), Александр Кара (10 кл.) "Влияние Солнца на некоторые аспекты жизни человека (на примере села Новые Трояны)"; Екатерина Скоренцева (10 кл., гимн. №9) "Вспышки спутников Iridium над Одессой"; Владислав Чабанюк (10 кл., гимн. №5) "Сайт для тех, кто интересуется астрономией "Помощник молодого астронома""; Алексей Воронко (10 кл., гимн. №5) "Исследование характеристик солнечной активности".

Всеукраинский этап ученической олимпиады по астрономии 2017 года также проходил в Одессе с 3 по 7 апреля. Всего в нем приняло участие 79 учеников

из разных областей Украины. Все победители (традиционно – это половина участников (см. https://imzo.gov.ua/2017/06/01/nakaz-mon-vid-31-05-2017-770-pro-rezultaty-provedennya-iv-etapu-vseukrajinskyh-uchnivskyh-olimpiad-z-navchalnyh-predmetiv-u-2016-2017-navchalnomu-rotsi/) получили призы от благотворительного фонда кафедры теоретической физики и астрономии ОНУ и Одесского областного института усовершенствования учителей. Кроме соревнований, участники олимпиады совершили пешеходную экскурсию по Одессе, посетили Одесский национальный академический театр оперы и балета, прослушали лекцию проф. И.Л.Андронова об исследовании двойных звездных систем.

На Всеукраинской олимпиаде достойно выступила команда Одесской области в составе 6 человек: пятеро – ученики Ришельевского лицея (Роман Солецкий, Дмитрий Твардовский, Станислав Савастру, Мария Коваленко и Павел Коноплев) и Екатерина Козицкая из 5-й гимназии г. Одессы. Роман Солецкий заслужил диплом первой степени и завоевал золотую медаль на Международной физической олимпиаде. Павел Коноплев получил диплом участника, а остальные ребята завоевали дипломы II степени. Призеры олимпиады Роман Солецкий и Дмитрий Твардовский поступили на физический факультет ОНУ на специальность "физика и астрономия".

Также двое наших победителей, Дмитрий Твардовский и Станислав Савастру, получили возможность попрактиковаться в астрономических наблюдениях в Международном астрономическом лагере "Variable-2017", который проходил в Словакии, на наблюдательной станции Выгорлатской обсерватории, расположенной на Колоницком Седле. Они получили не только бесценный опыт работы на профессиональном оборудовании, обработки наблюдений, подготовки докладов и даже проведения экскурсии немецким любителям астрономии, но и несколько наполненных яркими впечатлениями дней в дружной словацко-польско-украинской компании.

Кроме таких традиционных мероприятий, как астрономические конференции и олимпиады, в 2017 году кафедра теоретической физики и астрономии ОНУ совместно с организаторами NASA Space Apps Odessa начали проводить серию мероприятий как для детей, так и для всех, интересующихся космосом и его исследованиями. Многие из них проводятся в игровой и соревновательной форме, где командам нужно быстро найти решение поставленной задачи и его обосновать. Это привлекло внимание многих юных любителей космоса, для которых теперь есть возможность посещать занятия по астрономии в Астрономической обсерватории ОНУ по субботам, начиная с любого возраста, так как кроме астрономического кружка для 6-11 классов, работает "Клуб юных астрономов" для детей 7-12 лет.

Команда Одесской области на Всеукраинской ученической олимпиады по астрономии – 2017: Станислав Савастру, Екатерина Козицкая, Роман Солецкий, Мария Коваленко, Дмитрий Твардовский.

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ АСТРОНОМИИ В 2018 ГОДУ

Юбилеи наиболее важных открытий в астрономии:

350 лет назад И.Ньютон построил первый **телескоп-рефлектор**.

300 лет назад Э.Галлей открыл **собственные движения звезд**.

150 лет назад Дж.Локьер обнаружил в спектре Солнца линию раньше неизвестного химического элемента – **гелия**.

100 лет назад вышел в свет фундаментальный "Каталог Генри Дрэпера" (*HD*).

80 лет назад Г.Бете и К.Вейцзеккер разработали теорию синтеза гелия из ядер водорода и доказали, что эти **термоядерные реакции** являются источником энергии Солнца и звезд, а Г.А.Гамов разработал первую теорию эволюции звезд.

70 лет назад В.Б.Никонов, А.А.Калиняк и В.И.Красовский с помощью инфракрасной фотографии обнаружили **ядро Галактики**, а У.Хилтнер, Дж.Холл и В.А.Домбровский независимо открыли **межзвездную поляризацию света**.

60 лет назад Дж. ван Аллен открыл **радиационные пояса** Земли (и независимо С.Н.Вернов), а Н.А.Козырев – вулканическую **активность кратера Альфонс на Луне**.

20 лет назад открыт новый тип небесных объектов – **магнетары**; подтвержден факт **ускоренного расширения** Вселенной и обнаружена **вода на Луне**.

Юбилейные даты отдельных ученых:

4 января – 375 лет со дня рождения Исаака **Ньютона** (1643-1727), английского физика, астронома и математика. Сформулировал основные понятия и принципы механики в виде трех законов Ньютона. Вывел закон всемирного тяготения и применил его для определения движения тел Солнечной системы. Впервые объяснил главные особенности движения Луны, явление прецессии, приливы и отливы в океане. Открыл дисперсию света. Главный труд Ньютона – "Математические начала натуральной философии".

16 января – 150 лет со дня рождения Армина Отто **Лейшнера** (1868-1953), американского астронома. В 1888 году окончил Мичиганский университет, был в аспирантуре при Ликской обсерватории, в Берлинском университете получил докторскую степень за работу по кометным орбитам. Вернувшись в Калифорнию, Лейшнер стал профессором астрономии в университете Беркли, где основал обсерваторию для обучения студентов, получившую потом его имя. Он с директором Ликской обсерватории Дж.Килером разработал специальную программу повышения квалификации, которая сделала обе эти обсерватории ведущими центрами астрономического образования. Научные работы Лейшнера были посвящены орбитам астероидов и комет. В громоздких вычислениях ему помогали специально подготовленные "бригады" студентов. Многие из них впоследствии под руководством Лейшнера продолжили научную работу, так что более 60 его питомцев получили докторскую степень.

12 февраля – 125 лет со дня рождения Марсела Гиллеса Йозефа **Минарта** (1893-1970), нидерландского астронома. В бельгийском Генте окончил в 1914 году университет по специальности биология, а затем изучал физику в нидерландском Лейденском университете. Преподавал физику в Генте, работал в обсерватории Утрехтского университета (Нидерланды), и с 1937 до 1963 года был ее директором. Научные работы посвящены, главным образом, фи-

зике Солнца. Подробно исследовал спектр Солнца. Разработал метод количественного анализа атмосфер Солнца и звезд с помощью кривых роста. Изучал также солнечную корону и хромосферные вспышки. Миннарту принадлежит ряд научно-популярных книг, в том числе книга "Свет и цвет в природе".

22 марта – 150 лет со дня рождения Альфреда **Фаулера** (1868-1940), английского астронома. Окончил Нормальную школу наук в Южном Кенсингтоне. Преподавал там же и работал в Обсерватории солнечной физики. Основные научные работы посвящены спектроскопии. Исследовал спектры лабораторных объектов и различных небесных тел. Отождествил молекулярные полосы TiO в спектрах звезд класса M, полосы CO в спектрах кометных хвостов. Исследовал структуру атомов по спектрам. Участвовал в экспедициях по наблюдению шести полных солнечных затмений (в 1893-1914 годах). Фаулер был первым генеральным секретарем (1919-1925) Международного астрономического союза (МАС) и разработал его устав.

24 марта – 125 лет со дня рождения Вильгельма Вальтера **Бааде** (1893-1960), немецкого астронома. В 1919 году окончил Геттингенский университет и работал в Бергедорфской обсерватории Гамбургского университета приват-доцентом. С 1931 по 1958 годы работал в обсерватории Маунт-Паломар (США), в 1958 году вернулся в ФРГ. Разработал концепцию различных типов звездного населения галактик, определил величины ярчайших звезд II типа в галактике Андромеды (M31) и с их помощью показал, что шкала межгалактических расстояний должна быть удвоена. Ему удалось разложить на звезды центральную часть M31. Ряд работ посвящен сверхновым звездам. Совместно с Ф.Цвикки впервые высказал предположение об образовании нейтронной звезды в результате вспышки сверхновой. Вместе с Р.Минковским отождествил несколько сильных дискретных радиоисточников с остатками вспышек сверхновых и с пекулярными галактиками. Исследовал Крабовидную туманность. Член ряда научных академий. Золотая медаль Лондонского королевского астрономического общества (1954), медаль им. Брюс Тихоокеанского астрономического общества (1955).

4 апреля – 100 лет со дня рождения Джозефа **Ашбрука** (1918-1980), американского астронома. В 1947 году получил докторскую степень в Гарварде. В 1946-1953 годах преподавал в Йельском и Гарвардском университетах. Затем до конца жизни был сотрудником журнала Sky and Telescope, а с 1964 года – его главным редактором. Одним из первых применил наблюдения цефеид для определения расстояний до галактик. Используя архивные данные, вычислил период осевого вращения Марса с точностью до нескольких тысячных секунды. Ашбрук и Джексон в 1948 году открыли периодическую комету 47P/Ashbrook-Jackson. Имя Ашбрука носят кратер на Луне и астероид № 2157.

15 апреля – 225 лет со дня рождения Василия Яковлевича (Фридриха Вильгельма) **Струве** (1793-1864), русского астронома и геодезиста. Родился в Альтоне под Гамбургом, но всю научную деятельность провел в России. В 1818-1839 годах – директор Дерпской обсерватории, в 1839 году основал и до 1862 года возглавлял Пулковскую обсерваторию. Научные труды посвящены астрометрии. Обнаружил и измерил множество двойных и кратных звезд, определил их точные положения, опубликовал несколько их каталогов. Одним из первых измерил параллакс звезды (α Лиры, 1839 год). Обнаружил межзвездное погло-

щение света. В 1827 году под его руководством была измерена дуга меридиана длиной 3°35' на северо-западе России. Она стала первой очередью завершенной в последующие годы дуги в 25°20', названной "дугой Струве".

25 апреля – 100 лет со дня рождения Жерара **де Вокулёра** (1918-1995), французского астронома. Родился в Париже, учился в Сорбонне, в 1949-1960 годах работал в Англии, в Австралии (обсерватория Маунт-Стромло), в США – Ловелловской обсерватории, в Гарварде. С 1960 года до конца жизни работал в университете штата Техас в Остине. Вокулёр был специалистом в области внегалактической астрономии. В "Третьем справочном каталоге ярких галактик", созданном им вместе с женой Антуанеттой, он развил и детализировал классификацию Хаббла. Провел масштабную ревизию всех данных по галактикам, в том числе расстояний до галактик, используя самые разные способы их определения – по блеску, угловым размерам, блеску входящих в них скоплений. В 1950-е годы развивал концепцию скопления скоплений галактик ("Сверхгалактика Вокулёра"). Лауреат премии Жюля Жансена Французского астрономического общества.

26 апреля – 130 лет со дня рождения Александра Александровича **Михайлова** (1888-1983), российского и советского астронома. Родился в Моршанске. Окончил в 1911 году Московский университет. В 1918-1948 годах – профессор Московского университета, в 1947-1964 годах директор Пулковской обсерватории. Научные исследования относятся к практической и теоретической гравиметрии, теории затмений, звездной астрономии, астрометрии. Создал для определения фигуры Земли метод редукции силы тяжести посредством конденсации внешних масс. Предложил и применил метод математических моделей к различным способам регуляризации при определении фигуры Земли. Завершением гравиметрических работ явился "Курс гравиметрии и теории фигуры Земли". Разработал теорию затмений Солнца, а также прохождения планет по диску Солнца и покрытий звезд Луной. Широко известны звездные атласы Михайлова разной подробности. Он был активным популяризатором астрономических знаний и автором ряда работ по истории астрономии.

23 мая – 150 лет со дня рождения Константина Доримедонтовича **Покровского** (1868-1944), российского и советского астронома. В 1891 году закончил Московский университет. Работал директором обсерваторий в Москве, Тарту, первым ректором университета в Перми, членом Правления Пулковской обсерватории. В 1934-1944 годах – директор Астрономической обсерватории, в 1937-1938 годах – декан физико-математического факультета Одесского университета. Специалист в области кометной и метеорной астрономии. Многие работы посвящены спутникам планет и астероидов. Широко известны его "Путеводитель по небу" (6 изданий), "Звездный атлас", учебники по космографии и другие.

23 июня – 125 лет со дня рождения Михаила Федоровича **Субботина** (1893-1966), советского небесного механика. Родился в Остроленке (теперь Польша), окончил в 1914 году Варшавский университет, где с 1912 года, работал в обсерватории. С 1915 преподавал в Донском политехническом университете в Новочеркасске, с 1918 года – доцент, а с 1920 года – профессор Ростовского университета. Затем работал в обсерватории Московского университета, возглавлял геодезические работы в Туркестанском военном округе, был директором Ташкентской обсерватории, организовал и с 1927 года возглавил Китабскую международную широтную станцию. С 1930 года и до конца жизни Субботин работал в Ленингра-

де – в университете и в Пулковской обсерватории, а с 1942 до 1964 года был директором Астрономического института, будущего Института теоретической астрономии. Организовал в институте отдел прикладной небесной механики, сыгравший большую роль в подготовке запусков искусственных спутников Земли. Научные работы Субботина посвящены небесной механике, теоретической астрономии, прикладной и вычислительной математике, истории астрономии. Его трехтомный "Курс небесной механики" стал первым на русском языке фундаментальным трудом, всесторонне охватившим эту важную отрасль астрономии.

28 июня – **130 лет** со дня рождения Александра Александровича **Фридмана** (1888-1925), русского математика и геофизика. Родился в Петербурге. В 1910 году окончил Петербургский университет. С 1920 года работал в Главной физической обсерватории. А.А.Фридман сделал одно из самых значительных открытий в астрономии – предсказал расширение Вселенной. Предложенные им первые нестатические релятивистские модели Вселенной положили начало развитию теории нестационарной Вселенной. Теория расширяющейся Вселенной была подтверждена Э.Хабблом из астрономических наблюдений, спектральные линии в спектрах галактик оказались смещенными к красному концу спектра.

29 июня – **200 лет** со дня рождения Анджело **Секки** (1818-1878), итальянского астронома. Родился в Реджио, в 15 лет вступил в Общество Иисуса и получил образование в Римском коллегиуме ордена, после чего преподавал физику и математику в коллегиумах. В 1846 году эмигрировал сначала в Англию, а через два года в США, где занимался преподаванием. В 1850 году Секки возглавил обсерваторию Римского коллегиума, переоборудовал ее и до конца жизни работал там. Секки по праву называют отцом астрофизики. Он количественно измерил потемнение диска Солнца к краю и объяснил это явление. На протяжении многих лет каждый ясный день наблюдал солнечные пятна, факелы, протуберанцы и другие явления. В 1860 году впервые сфотографировал корону Солнца. Широкую известность приобрел его двухтомник "Солнце". Секки исследовал спектры около 4000 звезд и создал первую спектральную классификацию, в которой выделил 4 основных типа, соответствующих современным классам B и A (I тип), F, G, K (II тип) и M (III и IV типы). Наблюдал планеты и изучал их спектры. Между прочим, увидев на Марсе прямолинейные структуры, еще до Скиапарелли назвал их canali (проливы). Кроме астрофизики, ряд работ посвятил геодезии, земному магнетизму и метеорологии.

29 июня – **150 лет** со дня рождения Джорджа Эллери **Хейла** (1868-1938), американского астронома. Родился в Чикаго, в 1890 году окончил Массачусетский технологический институт. В 1892-1905 годах работал в Чикагском университете (с 1897 года – профессор, в 1895-1905 годах – первый директор Йеркской обсерватории). В 1904-1923 годах – первый директор обсерватории Маунт-Вилсон. Научные труды относятся к физике Солнца. В 1889 году изобрел спектрогелиограф, с помощью которого получил фотографии кальциевых и водородных флоккулов, протуберанцев. В 1908 году доказал существование магнитных полей в солнечных пятнах (первое открытие внеземного магнитного поля). Инициировал строительство обсерваторий Йеркской, Маунт-Вилсон и Маунт-Паломар, создание Калифорнийского технологического института. Дж.Хейл был одним из организаторов первых международных конгрессов астрономов и Международного союза по сотрудничеству в солнечных исследованиях (1904 год), из которого в 1919 году вырос Международный астрономический союз (МАС).

4 июля – 150 лет со дня рождения Генриетты Суон **Ливитт** (1868-1921), американского астронома. Родилась в Ланкастере (Массачусетс). В 1892 году окончила Рэдклиффский колледж, после чего работала в Гарвардской обсерватории, с 1902 года возглавляла отдел фотографической звездной фотометрии. Научные работы посвящены переменным звездам. Вместе с Э.Пикерингом создала фотометрический стандарт – Северный Полярный ряд. Разработала методы определения фотографических величин переменных звезд. Открыла 4 новые звезды и 2400 переменных (большинство из них – в Магеллановых Облаках). В 1908 году по цефедам Малого Магелланова Облака открыла знаменитую зависимость между периодом и блеском этих звезд, сыгравшую важнейшую роль в установлении шкалы галактических и внегалактических расстояний.

27 сентября – 100 лет со дня рождения Мартина **Райла** (1918-1984), английского астронома. Окончил Оксфордский университет. С 1945 года работал в Кембриджском университете и в Кавендишской лаборатории (1945-1948), с 1958 года – директор Маллардской радиоастрономической обсерватории и с 1959 года – профессор радиоастрономии. Научные работы относятся к радиоастрономии. Одним из первых начал наблюдать дискретные источники радиоизлучения, активные области на Солнце. Разработал метод фазового переключения для выделения сигналов от источников с малыми угловыми размерами на фоне излучения всего солнечного диска. Дальнейшим развитием этого метода является апертурный синтез, позволивший значительно повысить разрешающую способность радиотелескопов. Райл и его сотрудники выполнили несколько радиообзоров северного неба, в ходе которых было обнаружено большое число слабых дискретных источников. Результатом этих обзоров явились известные Кембриджские каталоги "3С", "4С", "5С". Ряд работ посвящен теории происхождения радиоизлучения и распространения его через плазму. Предложил модель, удовлетворительно объясняющую сложную структуру многих внегалактических радиоисточников. Выдающиеся достижения М.Райла были отмечены присуждением ему в 1974 году Нобелевской премии по физике (совместно с Э.Хьюишем). Это была первая Нобелевская премия, присужденная астрономам.

6 октября – 125 лет со дня рождения Мегнада **Саха** (1893-1956), индийского физика и астронома. Родился в Дакке (теперь Бангладеш). Окончил Калькуттский университет. С 1921 года – профессор там же. В 1923 – 1933 годах – профессор университета в Аллахабаде, с 1933 года – вновь в Калькутте. Основатель и директор Института физики в Калькутте. Основные труды относятся к проблемам термодинамики, статистической механики, ядерной физики, радиофизики. Для астрономии наибольшее значение имеет разработанная в 1920-1921 годах теория ионизации газов. Примененная к излучению звездных атмосфер, эта теория стала одной из фундаментальных основ современной астрофизики. Согласно этой теории, состояние ионизации в звездных атмосферах является функцией температуры и давления в них. Саха применил свою теорию для объяснения спектральной последовательности звезд. Он подвел теоретическую базу под идеи, которые интуитивно выдвигались предыдущими исследователями. Интенсивность спектральных линий стала теперь количественно вычислимой величиной, определяемой физическим состоянием звездных атмосфер. Большое внимание уделял разработке проектов новых астрономических учреждений в Индии, созданию национального общеиндийского календаря.

9 октября – 100 лет со дня рождения Аллы Генриховны **Масевич** (1918-2008), советского астронома, очерк о которой находится в этом выпуске календаря.

22 октября – 125 лет со дня рождения Эрнста Юлиуса **Эпика** (1893-1985), эстонского астронома. Родился в г. Кунда, в 1916 году окончил Московский университет, работал ассистентом в университетской обсерватории. В 1920-1921 годах – доцент астрономии в Ташкенте, в 1921-1944 годах – сотрудник обсерватории Тартуского университета, в 1930-1934 годах работал в Гарвардской обсерватории. С 1944 года работал в Гамбургской обсерватории, затем в обсерватории Арма в Северной Ирландии. Научные работы относятся к метеорной астрономии, физике планет, звездной статистике, теории внутреннего строения звезд, фотометрии звезд. Создал теорию физических процессов, происходящих при встрече метеорного тела с атмосферой Земли. Выполнил многочисленные определения высот метеоров, их скоростей и радиантов. Рассмотрел общий ход эволюции звезд в зависимости от их исходной массы. Первым пришел к выводу, что источником энергии звезд должны быть термоядерные реакции синтеза, происходящие при высоких температурах в недрах звезд, еще в 1938 году указал механизм образования звезд-гигантов из звезд главной последовательности. Участвовал в разработке астрономических экспериментов на космических аппаратах.

6 ноября – 100 лет со дня рождения Владимира Владимировича **Подобеда** (1918-1992), советского астронома, очерк о котором находится в этом выпуске календаря.

15 ноября – 280 лет со дня рождения Вильяма (Фридриха Вильгельма) **Гершеля** (1738-1822), английского астронома и оптика. Родился в Ганновере (Германия), получил домашнее образование. В 1757 году переехал в Англию, где стал известным музыкантом и композитором. Астрономию и математику изучил самостоятельно. Систематические наблюдения неба начал в 1773 году. Телескопы изготавливал сам, в этом ему помогал брат Александр, а неизменным ассистентом при наблюдениях была сестра Каролина. Крупнейший телескоп Гершеля имел зеркало диаметром 122 см с фокусным расстоянием 12 метров. 13 марта 1781 года открыл новую планету – Уран. Открыл два спутника Урана – Оберон и Титанию, два спутника Сатурна, измерил период вращения Сатурна и его колец, установил сезонные изменения размеров полярных шапок Марса, объяснил полосы на Юпитере облачными явлениями в его атмосфере. В 1783 году обнаружил движение Солнечной системы в пространстве в направлении к звезде λ Геркулеса, эту. точку назвал апексом. Установил существование двойных и кратных физических систем звезд, измерил относительный блеск более 300 звезд и обнаружил переменность некоторых из них. В 1785 году наметил общую форму нашей Галактики, оценив ее размеры и сделав вывод, что она является одним из многочисленных звездных "островов" во Вселенной. Положил начало звездной статистике. Опубликовал три каталога открытых им туманностей и звездных скоплений.

19 ноября – 100 лет со дня рождения Хендрика Кристоффеля ван де **Хюлста** (1918-2000), нидерландского астронома. Родился в Утрехте, окончил Утрехтский университет. С 1948 года работал в Лейденском университете (с 1952 года – профессор астрономии). Научные работы относятся к радиоастрономии, физике межзвездной среды и теории рассеяния света. Открыл радиоизлучение межзвездного атомарного водорода на длине волны 21.2 см. Предложил эффективный метод вычисления полей излучения (метод удвоенных слоев ван де Хюлста).

Для некоторых юбилеев даты рождения юбиляров не найдены.

400 лет со дня рождения Джеримайи (Иеремии) **Хоррокса** (1618-1641), английского астронома. В 1632-1635 годах учился в колледже Эммануэля в Кембридже, затем работал домашним учителем. Самостоятельно познакомился с основными астрономическими трудами древности и своего времени. Пересмотрел и уточнил таблицы планетных движений, в том числе "Рудольфовы таблицы". Заново определил элементы орбит планет. Предсказал и вычислил момент прохождения Венеры по диску Солнца в декабре 1639 года и был первым астрономом, наблюдавшим это явление, достаточно точно определил видимый диаметр планеты и элементы ее орбиты, а также значение параллакса Солнца. Усовершенствовал теорию движения Луны, обнаружил движение линии апсид лунной орбиты и изменяемость эксцентриситета.

325 лет со дня рождения Джеймса **Брадлея** (1693-1762), английского астронома. В 1714 году окончил Оксфордский университет. В 1719 году принял церковный сан, но через два года оставил церковную карьеру и был назначен профессором астрономии в Оксфорде, а в 1742 году стал директором Гринвичской обсерватории. Открыл аберрацию света и нутацию земной оси. Составил таблицы прецессии, нутации и аберрации света для точных определений положений звезд. Под руководством Брадлея в Гринвичской обсерватории с 1750 по 1762 год было выполнено свыше 60000 позиционных наблюдений с точностью, делающей их полезными и для современной астрономии. Выполнил трудные измерения диаметров Венеры, Марса, Юпитера, Сатурна и его колец. В 1719 году получил улучшенное значение солнечного параллакса из наблюдений Марса. Наблюдал кометы и рассчитывал элементы их орбит. Занимался улучшением мореходных астрономических инструментов и методов определения долготы на море.

150 лет со дня рождения Хосе (по-каталонски Жузеп) **Комаса Сола** (1868-1937), испанского астронома. Родился в Барселоне. Закончил Барселонский университет. Руководил строительством и оснащением обсерватории Фабра близ Барселоны, в 1904 году возглавил ее. Научные работы посвящены наблюдениям метеорных потоков, Марса (составил карту планеты), Юпитера, Венеры и Меркурия. Первым сделал вывод, что на спутнике Сатурна – Титане – может быть плотная атмосфера. Открыл две кометы, одна из которых периодическая (1929 III), а также 11 малых планет. Ряд работ относится к сейсмологии. Разработал метод расчета глубины эпицентра землетрясения. Вел большую популяризаторскую работу, в 1911 году основал в Барселоне Астрономическое общество Испании и Америки.

100 лет со дня рождения Армина **Дейча** (1918-1969), американского астронома. Родился в Чикаго. Окончил Аризонский университет, работал в обсерваториях Йеркской, Перкинса и Гарвардской, с 1951 года – в обсерваториях Маунт-Вилсон и Маунт-Паломар. Научные работы относятся к звездной спектроскопии. Для объяснения сложных изменений в спектрах магнитных А-звезд предложил в 1956 году модель наклонного ротатора – звезды с сильным дипольным магнитным полем, вращающейся вокруг оси, наклоненной по отношению к земному наблюдателю. Получил наблюдательные доказательства истечения вещества из звезд красных гигантов и оценил скорость истечения и теряемую массу.

100-ЛЕТНИЕ ЮБИЛЕИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УЧЕНЫХ

В 1918 году мы отмечаем столетние юбилеи двух ученых, видных специалистов в астрономии – астрофизике и астрометрии, работавших в СССР и оставивших миру науки исключительно важные результаты научных исследований и научно-организационной деятельности, а также многочисленных учеников и последователей.

Юбилярами 2018 года являются: Масевич Алла Генриховна, заместитель председателя Астрономического совета АН СССР, организатор и куратор сети станций по наблюдениям первых искусственных спутников Земли, участник преобразования Астросовета в Институт астрономии АН СССР (ныне РАН), и Подобед Владимир Владимирович, заместитель директора и заведующий отделом астрометрии Государственного астрономического института Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Их именами названы астероиды № 1904 (Masevich) и № 3311 (Podobed).

Памяти А.Г.Масевич повящены стихи Алины Иосифовны Еремеевой (приведены ниже).

Очерки о юбилярах подготовили их ученики и сотрудники, лично знавшие юбиляров, фамилии авторов очерков указаны под каждым из них. Как принято в календаре, очерки о юбилярах располагаются в алфавитном порядке фамилий юбиляров.

Масевич Алла Генриховна (1918-2008)

Самым значительным событием, определившим всю мою жизнь, конечно, была встреча с Аллой Генриховной. Я слушала ее лекции, будучи студенткой МГУ, училась у нее в аспирантуре. После защиты диссертации была ученым секретарем Астрономического совета АН СССР (Астросовет). В то время в обязанности ученого секретаря Астросовета входили не только обычные обязанности ученого секретаря научно-исследовательского института: планы, отчеты, руководство аспирантурой, международными контактами, издательской деятельностью, но, поскольку ученый секретарь Астросовета одновременно был и ученым секретарем Президиума, то также организация всей этой работы и проведение ежегодных Пленумов Астросовета.

А.Г.Масевич

Как можно видеть, объем работы был очень большим, но это были обязанности ученого секретаря, а какой же груз работы и ответственности несла Алла Генриховна, фактически руководившая всеми этими делами! Сидя напротив нее эти годы, я всегда поражалась ее трудоспособности и организационному таланту.

В течение 20 лет я постоянно помогала ей в международной деятельности, исполняя обязан-

ности заместителя Председателя проблемной комиссии "Физика и эволюция звезд" Многостороннего сотрудничества академий наук социалистических стран или Ученого секретаря двусторонних сотрудничеств с Францией, Финляндией и Индией.

Много можно было бы написать о ней, ее научной и научно-организационной деятельности в этой статье, но самое главное, в чем я уверена, что она – талантливый учитель и воспитатель, вырастила и воспитала целое поколение известных ученых из республик Советского Союза, дружественных тогда социалистических стран, а также аспирантов и молодых сотрудников из Франции, Финляндии и Индии. Все они, как дети, были окружены ее заботой, она всегда интересовалась условиями их жизни, помогала во всех делах. Двери ее маленькой квартиры всегда были открыты для всех нас. Мы вместе отмечали праздники, устраивали карнавалы, в которых принимали участие видные ученые – академики и члены-корреспонденты, видные иностранные ученые. Нужно, может быть, добавить, что она была очень любящей и заботливой матерью и бабушкой. У нее родилась дочь Наташа, подарившая матери внука и двух внучек. Сегодня у А.Г.Масевич есть правнук и две правнучки.

А.Г.Масевич родилась 9 октября 1918 года в Тбилиси в семье служащего. Отец ее был известным в этом городе юристом, происходил из польского дворянского рода, а мать – дочь грузинского дворянина. В 1923 году семья переехала в немецкую колонию Еленендорф, недалеко от Гянджа (Азербайджан), где отец устроился главным юрисконсультантом. Образование она получила в немецкой школе, которую закончила в 1936 году с золотой медалью. Свободное владение немецким и английским языками и хорошее знание французского, полученные в школе, сыграли важную роль в ее будущей карьере. Увлекавшись в школьные годы физикой, она уехала в Москву и поступила в Государственный педагогический институт им. К.Либкнехта.

После окончания института Алла Генриховна в 1941 году поступает в аспирантуру по астрофизике Астрономического института им. П.К.Штернберга (ГАИШ) при Московском университете. Ее научным руководителем был назначен профессор А.Б.Северный. Тема кандидатской диссертации А.Г.Масевич – "Строение и источники энергии звезд – красных гигантов", причем все сложнейшие астрономические расчеты моделей звезд она выполняла с помощью примитивного арифмометра "Феликс". Осенью 1941 года она познакомилась со старшим научным сотрудником Всесоюзного института авиационных материалов (ВИАМ) Иосифом Наумовичем Фридляндером, впоследствии академиком АН СССР, за которого вскоре вышла замуж. Они вместе отправились в эвакуацию в город Куйбышев (ныне Самара), куда перевели ВИАМ, а осенью 1943 года возвратились в Москву, и А.Г.Масевич продолжила занятия в аспирантуре. В 1946 году она успешно защитила кандидатскую диссертацию и осталась работать в ГАИШ, вначале ученым секретарём, а впоследствии старшим научным сотрудником.

Во время работы и учебы в аспирантуре сформировались ее научные интересы и был опубликован ряд статей с результатами оригинальных исследований. Ею, совместно с чл.-корр. АН СССР П.П.Паренаго был выполнен детальный анализ зависимостей масса-светимость и масса-радиус для всех последовательностей на диаграмме Герцшпрунга-Рессела и интерпретирован как

свидетельство различий в структуре и происхождении звезд этих последовательностей. Была развита теория эволюции звезд с полным перемешиванием вдоль главной последовательности, и впервые в мировой астрономии в 1949 году произведены расчеты внутреннего строения и эволюции звезд различных начальных масс и химического состава в различных предположениях относительно закона непрозрачности и потери массы. Она исследовала эволюцию звездных скоплений, ассоциаций, эволюцию массивных одиночных звезд на поздних стадиях и различные варианты эволюции двойных систем. Докторскую диссертацию на тему "Эволюция звезд главной последовательности" Алла Генриховна защитила в 1959 году.

С 1952 года она работала в Астрономическом совете Академии наук СССР. Астросовет тогда занимал 3 маленьких комнаты в здании Института физики Земли АН СССР и только что получил большую комнату в полуподвальном помещении дома 61/1 по Ленинскому проспекту для размещения библиотеки, которая в то время перевозилась из старого здания ГАИШ. Вскоре в этом же полуподвале для Астросовета были выделены еще 2 соседние комнаты для размещения вновь зачисленных сотрудников только что созданного отдела Наблюдения Искусственных Спутников Земли (ИСЗ).

Алла Генриховна в это время уже была заместителем председателя Астросовета, и Президент АН СССР академик М.В.Келдыш поручил ей организацию оптических наблюдений ИСЗ на территории СССР и в зарубежных странах. И тут открылось как бы второе дыхание – новая проблема, совершенно новая методика исследований, но все та же кипучая энергия и удивительный организационный талант. Под эту тему были выделены деньги и ставки, и была создана сеть станций оптических наблюдений ИСЗ в СССР и за рубежом, в том числе построены наиболее хорошо оснащенные наблюдательные базы Астросовета под Звенигородом и в Симеизе.

Благодаря свойственным А.Г.Масевич энтузиазму и активности к моменту запуска первого спутника на территории нашей страны уже были подготовлены к наблюдениям 70 Станций оптических наблюдений ИСЗ. Об этом и о дальнейших работах в области наблюдений спутников Алла Генриховна более подробно пишет в своих воспоминаниях под названием "Звезды и спутники в моей жизни".

Астрономический совет становится ведущим научным учреждением в стране в области разработки технологии и методов спутниковой геодезии. Совместно с Геодезической службой Министерства обороны СССР развертываются работы по созданию глобальной международной сети станций наблюдений ИСЗ. Эти станции активно участвуют в международных научных проектах по спутниковой геодезии, а сотрудники отдела Наблюдений ИСЗ Астросовета, которым руководит А.Г.Масевич, успешно ведут наблюдения и научные исследования по этому новому направлению в астрономии и геофизике. За комплекс работ по развитию методов спутниковой геодезии и их реализации в 1975 году А.Г.Масевич была присуждена Государственная премия СССР.

Астросовет разрастался, зачислялись новые сотрудники, создавались отделы, требовались новые помещения и оборудование. Было время, когда сотрудники Астросовета сидели в пяти различных зданиях, разбросанных по всей Москве. Наконец, в 1974 году мы получили, ставшее потом нашим собственным, отдельное здание, (после выезда Института Высшей нервной дея-

тельности). Начались бесконечные ремонты и переезды из комнаты в комнату. Тут опять не обошлось без энергичного руководства Аллы Генриховны.

Благодаря энтузиазму и блестящим организационным способностям Аллы Генриховны Астросовет стал превращаться из координационного совета, каких было много в Академии наук СССР, в научное учреждение (это – единственный случай!) и в 1961 году в Астросовете была открыта аспирантура по проблеме "Физика и эволюция звезд" (руководитель А.Г.Масевич), "Звездные атмосферы" (руководитель Э.Р.Мустель) и "Переменные звезды" (руководитель Б.В.Кукаркин), а затем и по геодезии, тоже под ее руководством. И до этого времени у Аллы Генриховны были в ГАИШе аспиранты и соискатели: Герхард Рубен из ГДР, Теймур Эмин-заде из Азербайджана, но это были отдельные ученики, а теперь был создан фундамент школы, которую прошли десятки молодых астрономов из республик Советского Союза и многих зарубежных стран.

К настоящему времени из 37 ее аспирантов (6 – иностранцев), защитивших кандидатские диссертации (27 по астрофизике и 10 – по геодезии) уже 8 докторов физико-математических наук (5 астрофизиков и 3 геодезиста), причем один – член-корреспондент РАН и двое – академики Академий наук стран СНГ.

У нас в Астросовете в то время была создана очень деловая и творческая атмосфера: регулярно проводились семинары, научные совещания, школы в Москве и других городах, где все мы выступали с докладами и сообщениями. Надо отметить, что мы себя чувствовали единой многонациональной семьей – мы вместе отмечали праздники и различные события в нашей жизни, и очень часто это происходило у Аллы Генриховны дома или в ее гостиничном номере, если это было во время проведения совещаний в других городах и странах. После окончания аспирантуры многие возвратились в свои родные города и страны, но память о прошедших в Москве годах аспирантской учебы и желание не прерывать творческого сотрудничества и личных связей заложили основу многих совместных работ ученых разных обсерваторий.

В 60-е годы одним из первых было подписано двустороннее соглашение о проведении совместных исследований по проблемам эволюции звезд с французскими учеными: группа проф. А.Г.Масевич с группой проф. Э.Шацмана. С этого времени одно за другим подписывались соглашения о проведении совместных работ со многими обсерваториями, как с советскими, так и с зарубежными. В исследованиях по согласованным планам участвовали коллеги из всех социалистических стран, а также Франции, Финляндии, Индии и др. Проводилось много совещаний, вызывавших большой интерес и, поскольку многие темы исследований были идентичными, возник вопрос о подписании соглашения о Многостороннем сотрудничестве между академиями наук социалистических стран по проблеме "Физика и эволюция звезд", и была создана под руководством проф. А.Г.Масевич Проблемная комиссия, состоящая из шести подкомиссий, разрабатывавших отдельные аспекты общей проблемы. Для подведения итогов выполненных исследований и согласования планов работ на следующий период ежегодно, поочередно в странах-участницах сотрудничества созывались совещания Проблемной комиссии. Подкомиссии также часто приурочивали к ним свои научные сессии. Труды совещаний и конференций издавались отдельными сборниками. Многостороннее сотрудничество, просуществовавшее с 1974 по 1989 год, внесло значительный вклад в разработку проблем физики и эволюции звезд, объединив усилия ученых многих стран.

Созданный еще до Великой Отечественной войны как координационный центр, Астрономический совет АН СССР в 60-е годы сосредоточил в себе основные функции по планированию научных исследований и осуществлению международных связей с зарубежными астрономами. В то время Астросовет был уже фактически научно-исследовательским институтом со своим вычислительным центром и типографией, сотрудники которого работали в шести научных отделах и двух (сначала в Звенигородской, а потом и в Симеизской) научных базах, а также на зарубежных станциях оптических наблюдений ИСЗ. Регулярно издавались 4 журнала и сборники научных трудов.

Вместе с тем, Астросовет оставался координационным центром астрономических исследований в стране. Президиум Астрономического совета – руководящий орган, в состав которого входили все академики и члены-корреспонденты АН СССР и академий наук союзных республик, а также директора астрономических учреждений страны. Регулярно созывались Пленумы Астросовета для решения наиболее важных научных и финансовых вопросов. Координацией научных исследований занимались проблемные комиссии и входящие в их состав рабочие группы. Ежегодно проводилось большое количество научных конференций, совещаний и школ.

Астрономический совет являлся также Национальным комитетом советских астрономов, организовавшим все международные контакты и представлявшим страну в Международном Астрономическом союзе. После очень успешно проведенного в 1958 году в новом здании Московского университета X съезда Международного Астрономического союза (МАС), торжественного открытия восстановленной после войны Пулковской обсерватории с большим количеством приглашенных иностранных ученых, и объявленного проекта строительства самого большого в мире в то время 6-метрового телескопа, авторитет советской астрономии сильно возрос.

Ведущие ученые стали выезжать за границу для участия в научных мероприятиях, и в составе первой делегации, представлявшей СССР на съезде МАС, была Алла Генриховна Масевич, эрудированная, элегантная молодая женщина со свободным владением тремя иностранными языками (что в то время было совершенно исключительным, да и в наши дни тоже), сразу обратила на себя внимание иностранных коллег.

Ее маленькую, уютную квартиру с большим балконом и растущими на нем деревьями в высотном доме на площади Восстания знали астрономы разных стран. В то время мало кто мог пригласить к себе иностранцев – требовалось согласование – и по этим приемам, может быть, и не единственным, но уж наверняка самым изысканным и гостеприимным, составлялось мнение о жизни и нравах советских людей. Я думаю, именно ей мы обязаны многими совместными исследованиями по астрофизике.

Приведу краткое перечисление (наверное, не всех) публикаций, званий, должностей и наград, полученных Аллой Генриховной за почти шестидесятилетний стаж работы.

Научная деятельность Аллы Генриховны Масевич – доктор физико-математических наук, профессор, автор 150 научных статей и обзоров по астрофизике и космической геодезии опубликованных в российских и международных научных журналах, соавтор трех монографий по физике и эволюции звезд

(1972, 1981, 1988) и монографии "Наблюдения искусственных спутников для геодезии" (1979). Член редакционной коллегии журналов "Астрофизика" (1984-2008) и "Astrophysics and Space Science" (1985-1991), ответственный редактор серии сборников "Актуальные проблемы астрономии" (1989-2008).

Организационная работа – Президент Комиссии 35 "Внутреннее строение звезд" МАС (1967-1970); Председатель Проблемной Комиссии "Физика и эволюция звезд" многостороннего сотрудничества академий наук социалистических стран (1974-1990); Председатель рабочей группы "Наблюдения искусственных спутников и телеметрия" Международного комитета по исследованию космического пространства – COSPAR (1961-1970); Председатель секции "Использование ИСЗ для целей геодезии и геофизики" рабочей группы "Космическая физика" программы Интеркосмос (1965-1989); Председатель Комиссии по космической науке Международной астронавтической академии (1983-1986); член Международного Комитета по наблюдениям кометы Галлея (1983-1986); член национального совета по проведению в 1992 году Международного года космоса (1989-1993).

Общественная работа – С 1975 года – член Всемирного совета мира; Заместитель Председателя Советского Комитета защиты мира (1979-1991); С 1981 по 1983 год была Заместителем Генерального секретаря оргкомитета ООН (в Нью-Йорке) по проведению международной конференции "Мирное использование космоса" в Вене; с 1968 года – вице-президент Общества СССР-США; с 1972 года – член Совета учредителей АПН, с 1985 года – член Правления Комитета советских ученых против ядерной войны.

Международное признание заслуг А.Г.Масевич в исследованиях космоса выразилось в том, что ее избрали одним из первых действительных членов Международной академии астронавтики (1964), иностранным членом Королевского астрономического общества Англии (1963), Индийской национальной академии наук (1980), Австрийской академии наук (1985), в 1963 году ей присуждена международная премия Галабера за выдающиеся достижения в освоении космического пространства.

Алла Генриховна награждена орденами "Знак Почета" (1961) и "Трудового Красного Знамени" (1971), медалью "За доблестный труд в Великой Отечественной войне" (1946). В 1978 году ей присвоено почетное звание "Заслуженный деятель науки РСФСР".

Алла Генриховна была награждена также памятными медалями Болгарии, Монголии, Чехословакии, Франции и Командирским Крестом Ордена "За заслуги" Республики Польша (1998). Она – Почетный гражданин нескольких зарубежных городов.

Алла Генриховна Масевич ушла из жизни 6 мая 2008, не дожив 5 месяцев до своего 90-летия, и похоронена в Москве на Хованском кладбище рядом с могилой отца.

Биография А.Г.Масевич, как выдающегося ученого современности, включена во многие зарубежные справочники, а ее имя увековечено самым почетным для астронома образом – в её честь названа малая планета № 1904 Масевич (1904 Massevitch), открытая Т.М.Смирновой 9 мая 1972 года в Крымской астрофизической обсерватории.

Первый раз я увидела ее в лучах софитов на кафедре конференц-зала ГАИШ при огромном стечении слушателей и прессы. Зал ломился – ее снимали для показа по ТВ и в кино. Я, будучи тогда студенткой астрономического отделения мех-мата МГУ, много слышала о ней от своих сокурсников, посещавших ее лекции (факультатив по физике и эволюции звезд), многие из которых в нее были просто влюблены, но облик молодой и очень красиво одетой – я даже помню детали ее туалета – женщины на фоне красочного плаката, на котором большие голубые шары из области сверхгигантов катились вниз вдоль Главной последовательности, постепенно превращаясь в маленьких бордовых карликов, запечатлелся в моей памяти на всю жизнь...

О.Б.Длужневская

От гл.редактора: я не входил в число друзей и близких знакомых Аллы Генриховны, но встречая ее на разного рода совещаниях, восхищался ею. Особо запомнились (прошло 50 лет) такие совещания под ее председательством. Первый раз – в 1961 году на Совещании начальников станций наблюдений искусственных спутников Земли социалистических стран в Москве, где я, студент 4 курса Одесского университета, выступил с сообщением о построении первой теоретической кривой изменения блеска спутника 1957β. Второй раз – в 1963 году на инструктаже по наблюдениям раскрытия американского спутника-шара "Эхо-2", первого советско-американского проекта, организованного Аллой Генриховной. После получения наблюдений было показано, что на спутнике-шаре было установлено незаявленное оборудование – две радиоустановки. Третий – в 1966 году опять на Совещании начальников станций ИСЗ в Потсдаме около Берлина. На этих совещаниях были приняты два официальных языка – русский и немецкий, и всегда на них были представители многих стран, но некоторые не были знатоками разных языков. На том совещании один из таких участников не понял смысла одного из докладов и задал вопрос, который не понял докладчик. Тогда встала руководитель совещания Алла Генриховна и перевела вопрос на язык докладчика, а его ответ тут же перевела на русский, немецкий, английский и французский языки (возможно, и другие – не помню). Это было встречено с восторгом и дружными аплодисментами присутствующих.

Звездному Человеку – Алле Генриховне Масевич
(9.10.1918 – 6.05.2008)

Часть I: к 80-летнему юбилею (1998 год)

Ваш вклад известен и широк,
Прошли Вы множество дорог,
Объездили немало стран,
Переплывали Океан,
Летели мыслью вкруг Земли,
Следя за ИСЗ вдали...

Став "Звездным Вестником" страны
(Поскольку в языках сильны!),

Вы "запустили" спутник наш
Под репортерский карандаш,
Когда тем самым октябрем
Заговорили все о нем:

Сигналил он на небосклоне
(А Вы блистали в Барселоне).

Всегда вы были, наконец,
Во всем для женщин образец:
Вам были нипочем и годы!
И в том не только дар Природы -
Здесь воля сильная видна:
Примером служит нам она.

Часть II (2008 год)

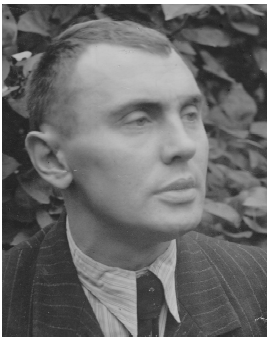
И вот: у горестной мы даты,
И ощущаем боль утраты.
Но и на этой горькой тризне
Звучит Её биенье Жизни –

Оно в страницах тех воспоминаний,
Которыми она делилась с нами:
И, растворясь в безбрежии Вселенной,
Оставила свой памятник нетленный.

А.И.Еремеева

Владимир Владимирович Подобед (1918-1992)

Владимир Владимирович Подобед – астроном, известный астрометрист, доктор физико-математических наук, профессор Московского государственного университета (МГУ).


В.В.Подобед

В.В.Подобед родился в Москве 6 ноября 1918 года, в эпоху революции и тяжёлой гражданской войны. Его отец, Владимир Илларионович Подобед (1878-1919), был врачом. Родители отца, дед и бабушка Владимира Владимировича, в свою очередь, были мелкопоместными дворянами: Илларион Матвеевич Подобед – надворный советник в г. Могилёве, а его жена Мария Николаевна Подобед (в дев. Гионицкая), уроженка Могилёвской губернии. Отец Владимира Владимировича умер довольно рано,

при исполнении служебных обязанностей, заразившись сыпным тифом. Эпидемии тогда свирепствовали по всей России. Мать Владимира Владимировича – Софья Васильевна Иванова-Подобед (1887-1953) – закончила медицинский факультет Московского университета и стала врачом. В то время она одна из первых русских женщин освоила профессию рентгенолога, позднее Софья Васильевна заведовала рентгенологическим отделением в НИИ Скорой помощи им. Н.В.Склифосовского, была заслуженным врачом РСФСР. Дед Владимира Владимировича со стороны матери, Василий Иванович Иванов, был выходцем из крестьян Калужской губернии. Он был мастером печатного дела и позже смог открыть собственную типографию, где печатал такие книги, как "Гербы России", или книгу "Памяти Пушкина", изданную в 1880 году. Бабушка – Мария Алексеевна Иванова (в дев. Романова) происходила из купеческой семьи.

В СССР в 20-е годы XX века общеобразовательные школы принимали детей с восьми лет. Владимир Владимирович поступил в школу в Москве в 1926 году и окончил её в 1936-ом. Вот тут-то он оказался на распутье. Видимо, по примеру Софьи Васильевны, поступил в 1-й Медицинский институт. Но быстро пришло разочарование. Тогда Владимир Владимирович перевёлся в Московский электро-механический институт инженеров транспорта (МЭМИИТ) на факультет паровозостроения, ибо тяга к работе с механизмами, к конструированию и к математике у него была ещё в школе. Однако к концу 1-го курса Владимир Владимирович ушёл из МЭМИИТ'а по собственному желанию и решил поступать в Московский университет. В 1937 году осуществилась его мечта, и Владимир Владимирович стал студентом механико-математического факультета МГУ. Вследствие тяжёлой болезни, как писал Владимир Владимирович в своей автобиографии, ему пришлось пропустить 1939-1940 учебный год.

В 1941 году разразилась Великая Отечественная война (ВОВ), в июне Германия напала на Советский Союз. Владимир Владимирович участия в ВОВ не принимал, по состоянию здоровья (врождённый порок сердца) от службы в действующей армии был полностью освобождён. Трёхгодичный перерыв в занятиях в университете тоже был, однако Владимир Владимирович трудился в тылу: с июля 1941-го по март 1944-го работал в качестве рентгенотехника в институте им. Склифосовского, который в военные годы был переоборудован под военный госпиталь. Позднее занятия в университете возобновились, и в 1946 году Владимир Владимирович успешно заканчивает МГУ. Кроме того, Владимир Владимирович последний учебный год совмещал с работой старшим лаборантом в Государственном астрономческом институте (ГАИШ при МГУ – август 1945 – октябрь 1946). Тогда же Владимира Владимировича принимают в аспирантуру МГУ по специальности астрометрия, и он заканчивает её в 1949 году защитой кандидатской диссертации на тему: "Исследование прибора для измерения астрофотографий". Учителями Владимира Владимировича были: зав. кафедрой астрометрии, профессор, чл.-кор. АН СССР Сергей Николаевич Блажко и профессор, чл.-кор. АН СССР Митрофан Степанович Зверев.

Интерес Владимира Владимировича к приборам и их исследованиям хорошо виден по заголовкам его научных статей: "Обработка фотографических наблюдений П.К.Штернберга двойной звезды ζ Большой Медведицы за 1903-1907 гг." (АЖ, т.24, № 6, 1947); "Об исследовании ходовых ошибок микрометра" (АЖ,

т.28, № 1, 1951); "Определение точных положений малых планет при помощи широкоугольного астрографа" (Сообщения ГАИШ, № 82, 1952); "Исследование небольших участков разделённого круга" (АЖ, т.30, № 3, 1953); "К вопросу об исследовании цапф астрометрических инструментов с помощью индикатора" (Труды 11-й астрометрической конференции, 1955); "Определение поправок наклонности и азимута горизонтальной оси за неправильность фигуры цапф" (Сообщения ГАИШ, № 94, 1953); "Задачи фундаментальной астрометрии и новый меридианный круг Московской обсерватории" (Сборник статей дискуссии по инструментам комиссии № 8 МАС, 1959); "О непосредственной привязке звёзд КСЗ к внегалактическим туманностям" (Труды 11-й астрометрической конференции, 1955; статья в соавторстве) и так далее. Владимир Владимирович в течение многих лет своей научной работы разрабатывал проблемы фундаментальной и фотографической астрометрии, ввёл ряд новых понятий в теориях астрометрических наблюдений и обработок, предложил новые методы исследования инструментов, названные позже "методами Подобеда" (оригинальные способы исследования цапф и разделённого круга). У Владимира Владимировича было много научно-популярных статей в БСЭ, МСЭ и других изданиях.

В 40-х годах у Владимира Владимировича произошли перемены и в семейном положении. Его женой стала Зинаида Михайловна Соловкова-Подобед (1918-1997). Она окончила педагогический ВУЗ и была преподавателем химии и биологии в школе, а во время ВОВ работала на военно-оборонном заводе. В 1945 году в семье Владимира Владимировича родилась старшая дочь Ольга, а в 1948 – младшая дочь Татьяна (1948-2012). Впоследствии Ольга Владимировна закончила Биофак МГУ, а Татьяна Владимировна закончила МИИГАиК (Московский ин-т инженеров геодезии, аэрофотосъёмки и картографии). В 70-х и 80-х Владимир Владимирович имел трёх внучат: у Ольги – сын и дочь, у Татьяны – дочь.

Владимир Владимирович с октября 1949 по февраль 1953 годов работал ассистентом механико-математического факультета МГУ. Начиная с 1950 года, он читал ряд общих и специальных курсов по астрометрии: "Фундаментальная астрометрия", "Общая астрометрия", "Фундаментальные каталоги звёзд", "Астрономические постоянные".

В феврале 1953 года Владимир Владимирович вступил в ряды членов КПСС и в феврале же был утверждён в учёном звании доцента по кафедре "астрометрия", затем до января 1954 гола продолжал работать доцентом механико-математическом факультета МГУ.

С 1954 по 1959 годы Владимир Владимирович работал в ГАИШ в должности заместителя директора по научной части при двух директорах: Борисе Васильевиче Кукаркине (1952-1955) и Дмитрии Яковлевиче Мартынове (1956-1976).

С 1949 года коллектив ГАИШ занимался реализацией Постановления Совета Министров СССР о реконструкции Московского университетата. В то время началось строительство высотного здания МГУ. В ГАИШ была создана специальная комиссия, которую возглавил В.В.Подобед. Он много сил и энергии вложил в разработку технических заданий для большого количества уникальных астрономических инструментов, в проекты нового здания института и многочисленных астрономических павильонов. Уже в 1954-1955 годах ГАИШ стал переезжать на новое место (на Ленинские горы, теперь – Воробьёвы горы). Много внимания Владимир Владимирович уделил размещению и установке ас-

трометрических инструментов: меридианного круга ГОМЗ, рефлектора АФР-1, фотографической зенитной трубы (ФЗТ), зенит-телескопа (ЗТЛ-180). Автор статьи поступила работать в ГАИШ в 1959 году, поэтому помню, как большая комната в новом здании, вернее, аудитория для практических занятий студентов на некоторое время превратилась в большую лабораторию по монтировке нового меридианного круга: приезжали инженеры из Ленинграда с завода ГОМЗ и вместе с Владимиром Владимировичем обсуждали установку тех или иных деталей на новый инструмент, который находился уже в построенном павильоне рядом, под окнами здания ГАИШ.

Несмотря на обязанности зам.директора ГАИШ, Владимир Владимирович проводил научные семинары по астрометрии с сотрудниками отдела. Он был одним из исполнителей и продолжателем большой коллективной работы советской астрометрии – фундаментального каталога слабых звёзд (ФКСЗ), под его руководством и при личном участии были завершены наблюдения ФКСЗ (1953-1958) на меридианном круге Репсольда в Москве, на Краснопресненской обсерватории МГУ.

Владимир Владимирович занимал целый ряд общественных должностей. Был председателем секции "Астрономия и геодезия" в Научно-методического совете Минвуза СССР, был зам. председателя бюро секции "Астрометрия" Астросовета АН СССР, был членом Совета по подготовке астрономических кадров при Астросовете, уже позднее был членом двух комиссий МАС (№ 8 и № 24). В служебных характеристиках всегда отмечалось, что Владимир Владимирович много раз избирался членом и секретарём партбюро ГАИШ, членом парткома физического факультета МГУ, членом парткомиссии Парткома МГУ.

В 1957-1959 годах проводился Международный геофизический год. Владимир Владимирович принимал в нём активное участие. Приказом Министра высшего образования от 30.01.1958 г. "За большую и плодотворную работу по подготовке аппаратуры для фотографических наблюдений искусственных спутников Земли и организацию таких наблюдений" объявлялась благодарность: 1) Директору Астрономической обсерватории Одесского университета проф. Цесевичу В.П. и 2) Заместителю директора Государственного астрономического института им. Штернберга при Московском университете доц. Подобеду В.В., далее была подпись министра – В.Елютин.

В конце 50-х годов меняется семейное положение Владимира Владимировича. Он женится второй раз на Маргарите Петровне Базаровой-Подобед (1923-1990), которая по специальности была врачом-психиатром, старшим научным сотрудником в Институте психиатрии РСФСР. Детей в семье не было, но Владимир Владимирович и Маргарита Петровна очень заботились об Ольге и Татьяне и часто бывали у них дома.

С 1960 года Владимир Владимирович опять доцент кафедры астрометрии, а с 1964 (после объединения двух кафедр) по 1972 года – доцент кафедры звёздной астрономии и астрометрии физического факультета МГУ. В 1962 году выходит из печати учебник В.В.Подобеда для университетов "Фундаментальная астрометрия. Определение координат звёзд". Этот же учебник издаётся в США: Podobed V.V. Fundamental Astrometry. Determination of Stellar coordinates./ The University of Chicago Press, Chicago and London, 1965.; печатаются две статьи

Владимира Владимировича: "Астрометрия" в АЖ (т.42, № 5, 1965) и "Проблема определения инерциальной системы в астрономии" в ж. "Вестник МГУ" (№ 5, 1967), обе в соавторстве с В.В.Нестеровым. В книге "Системы координат в астрономии" издаётся статья Владимира Владимировича "Инерциальная система координат и некоторые задачи астрометрии" (Ташкент, 1971) и ряд других научных статей по проблемам астрометрии, то есть проблемам определения и построения основной инерциальной системы координат. Вышеупомянутый учебник и статьи явились подготовкой к защите докторской диссертации, которая состоялась 18 июня 1970 года, и где Владимир Владимирович сделал доклад под названием "Фундаментальная астрометрия", включивший в себя совокупность работ на эту тему. 13 ноября 1970 года Владимиру Владимировичу была присуждена учёная степень доктора физико-математических наук.

С 1972 по 1988 годы Владимир Владимирович руководил отделом астрометрии ГАИШ (в отделе трудилось более 20-ти человек), продолжая одновременно и преподавательскую деятельность: чтение лекций, руководство курсовыми и дипломными работами студентов. А в отделе под руководством Владимира Владимировича было защищено 17 кандидатских диссертаций, и двое из этих кандидатов стали докторами наук. 21 мая 1976 года В.В.Подобеду было присвоено учёное звание профессора по специальностям: астрономия, астрометрия, небесная механика. В1975 году выходит из печати учебное пособие для студентов вузов: "Общая астрометрия", в 1982 печатается 2-е изд.(перераб. и доп.) уже, как учебник для студентов университетов, обе книги были написаны в соавторстве с В.В.Нестеровым.

В 70-е годы В.В.Подобед – крупный советский учёный, широко известный специалист в области астрометрии. В это время он много внимания уделяет научному руководству хоздоговорными работами по решению директивных органов. Появилась возможность построить для ГАИШ Среднеазиатскую высокогорную обсерваторию в окрестностях города Самарканда, на горном плато, вблизи горы Майданак. Владимир Владимирович возглавлял комиссию от ГАИШ по выбору подходящего места для будущей обсерватории. Он вместе с сотрудниками нашего института неоднократно ездил в эти южные места. Через 10 лет обсерватория была построена. Среди прочих инструментов там был установлен отечественный рефлектор с полутораметровым зеркалом, изготовленный в Ленинграде на ЛОМО (Ленинградское оптико-механическое объединение, как теперь стал называться ГОМЗ). Но после распада СССР, обсерватория отошла к независимому государству Узбекистан, поскольку расположена на его территории. Однако хоздоговорные работы по составлению каталогов с координатами и другими характеристиками звёзд были выполнены сотрудниками отдела астрометрии и частично другими отделами ГАИШ. В 1975, 1980, 1985, 1986 годах эти работы отмечались правительственными наградами. Владимир Владимирович был награждён орденом "Трудового Красного Знамени" (1975) и орденом "Знак почёта" (1987). У Владимира Владимировича были награды и прошлых лет, например, медали: "За оборону Москвы", "За доблестный труд в ВОВ", "В память 800-летия Москвы", "В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И.Ленина", "XXX лет Победы в ВОВ"

Владимир Владимирович в 1988 году отошёл от руководящей должности зав. отдела и стал главным научным сотрудником отдела астрометрии ГАИШ.

У Владимира Владимировича к этому времени было опубликовано более 70-ти печатных научных трудов. В период своего руководства отделом Владимир Владимирович всегда занимал активную жизненную позицию, стремился к справедливости в решении тех или иных проблем, всегда старался помочь своим младшим товарищам – сотрудникам по работе. Владимир Владимирович был самым старшим среди нас, все относились к нему с искренним уважением. Я вспоминаю, какой подарок мы приготовили Владимиру Владимировичу, когда ему исполнилось 50 лет – ему подарили большую (Владимир Владимирович сам был большого роста, под 190 см, наверное, поэтому любил тоже всё большое) памятную медаль, сантиметров 10-12 в диаметре, на ней был изображён рельеф головы Владимира Владимировича в профиль, как на монетах. Наши же сотрудники, Альберт Петрович Гуляев и Юрий Иванович Продан, отливали эту медаль в мастерских ГАИШ.

К сожалению, Владимир Владимирович недолго проработал на должности главного научного сотрудника, травма (падение на скользком тротуаре 15 марта 1988 года) помешала Владимиру Владимировичу трудиться с прежней энергией. Владимир Владимирович перенёс две операции в 1988 и в 1992 – после второй он умер 10 января 1992 года. Похоронили Владимира Владимировича в могилу его родителей в Москве на Новодевичьем кладбище.

Ещё хочется отметить, что Владимир Владимирович любил путешествовать во время отпусков по России и иногда за рубежом. Были у Владимира Владимировича и зарубежные командировки: впервые Владимир Владимирович ездил в зарубежную командировку во Францию на Конгресс по хронометрии в 1954 году (7 дней), затем в 1967 – на научную конференцию в Чехословакию (7 дней) и в 1970 – в научную экспедицию на Кубу (32 дня). Владимир Владимирович в 1967 году по туристической путёвке путешествовал по Дунаю (22 дня); в 1969 году, как турист, побывал в Индии и на Цейлоне (14 дней). А путешествия по СССР начались с Карпат, где Владимир Владимирович побывал в конце 50-х годов. В 1965 году Владимир Владимирович путешествовал по Карелии со старшей дочерью Ольгой (наверное, на байдарках), а в 1968 летал на Байкал и привёз оттуда большой корень какого-то дерева. Средняя Азия: Ташкент, Самарканд, Китаб, Майданак – всё было в 70-е – 80-е годы. На Дальнем Востоке и Камчатке Владимир Владимирович побывал в конце 70-х, даже 2 раза. В 60-е годы на экскурсии по ближним городам мы ездили с Владимиром Владимировичем в Суздаль, Переславль-Залесский и в другие места, которые уже не запомнились. Вспоминаю, что где-то в 80-х годах состоялась в ГАИШ выставка из двух коллекций минералов, собранных двумя нашими сотрудниками: В.В.Подобедом и В.Н.Коржевым (1925-2016). Каждый из них привёз в ГАИШ кусочки различных геологических пород совершенно необыкновенной красоты. Трудно даже было сказать, чья коллекция лучше, обе были хороши. Владимир Николаевич Коржев, к сожалению, тоже совсем недавно ушёл из жизни. В конце хочу сказать, что наши старшие уже ушедшие друзья и товарищи, в том числе, конечно, и Владимир Владимирович, сверкают, как его "драгоценные камни из коллекции" в памяти более молодых поколений.

Л.П.Грибко

КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА ТЕКУЩЕГО 24 ЦИКЛА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

В.Н.Ишков

Введение. Прошёл ещё один год развития текущего 24 цикла солнечной активности (СА), который подтвердил, что он развивается по схеме, присущей низким солнечным циклам. С апреля 2016 г. СА находится в фазе минимума, пройдя максимум W*=81.9 в старой системе подсчёта относительного числа солнечных пятен (числа Вольфа) и W*=116 – в новой в апреле 2014 г., установив абсолютный рекорд для циклов достоверного ряда СА для продолжительности ветви роста, длина которой составила 6.3 года. На рис.1 показан ход развития 24 солнечного цикла (СЦ) после 100 месяцев развития в семействе низких и средних солнечных циклов, из которого следует, что кривая развития практически идёт по пути солнечных циклов 12 и 16 – это позволяет ожидать точки минимума текущего цикла в середине 2020 г.

Напомним, что Солнце вступило в практически неизвестный для исследователей период "пониженной" СА, а основная доля наших знаний об активных явлениях на Солнце относится к эпохе "повышенной" СА (1944–1996 гг.) и к переходному периоду между эпохами, 23 СЦ (1996–2008 гг.), когда, вслед за ослаблением (более 2 раз) общего магнитного поля Солнца, уменьшились все характеристики, как на Солнце, так и в окружающем нас межпланетном и околоземном пространстве. Так что основные характеристики эпохи "пони-

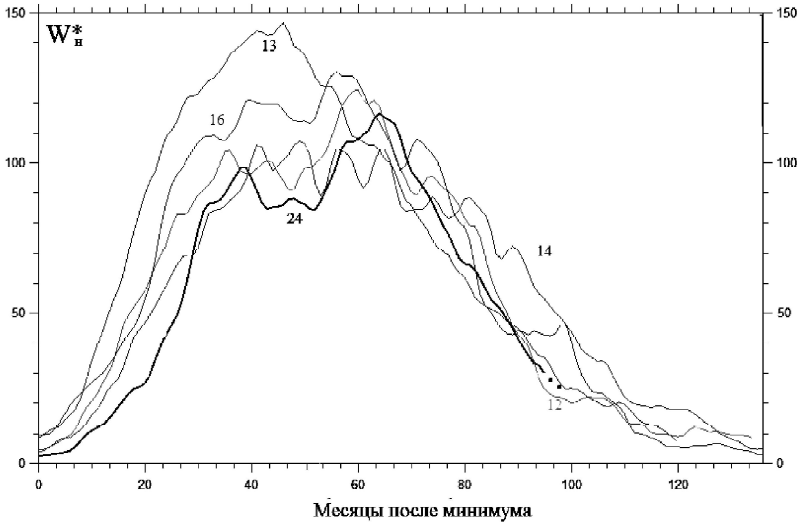


Рис.1. Развитие текущего 24 цикла СА после 100 месяцев развития в сравнении с низкими (12, 14, 16) и средними (13, 10) солнечными циклами в сглаженных относительных числах пятен (W*).

женной" СА, как фоновые, так и средние текущие остаются для нас пока "terra incognita", что очень повышает необходимость всестороннего исследования текущего 24 СЦ. В этом выпуске мы остановимся на особенностях космической погоды текущего СЦ и проследим за ходом развития цикла в 2017 г.

Начало космической эры стало новым шагом в деле исследований Солнца и околоземного космического пространства, как наземными приборами, так и установленными на борту космических аппаратов. Интеграция наблюдений на Земле и в космическом пространстве в рамках Международного геофизического года (1957-1958 гг.) дала такой толчок всей науке, что ее развитие идет именно по пути сопоставления и учета измерений в космосе с измерениями наземными инструментами.

Под термином "космическая погода" понимается состояние магнитосферы, ионосферы, тропосферы, термосферы – всех слоев околоземного пространства в любой заданный отрезок времени, которое определяется активными явлениями на Солнце. Околоземное космическое пространство (ОКП) – область, начинающаяся с высот 50-60 км от Земли и простирающаяся на расстояние в десятки земных радиусов, в которой вещество ее заполняющее еще больше связано с нашей планетой, а не с Солнцем или каким-либо другим астрономическим телом.

С развитием исследований по солнечно-земной физике пришло понимание того, что основное воздействие на ОКП оказывает само Солнце и активные явления в его атмосфере. В свою очередь количество и мощность таких явлений зависят от эпохи солнечной активности и характеристик конкретного солнечного цикла, в котором они происходят. Электромагнитные возмущения от вспышечных событий проявляются в момент развития процесса. Корпускулярные и плазменные возмущения от солнечных геоявлений (вспышечные события, корональные дыры) через солнечный ветер распространяются в гелиосфере, воздействуют на магнитосферы планет, их спутников и комет и вызывают значительные отклонения от фонового, спокойного состояния практически всех слоев рассматриваемых объектов. Эти возмущения вызывают: 1) корональные выбросы вещества из-за взрывных и эволюционных процессов во вспышках и выбросах волокон, наблюдения которых дают возможность уточнить направление движения возмущения в межпланетном пространстве и возможность его прихода в ОКП; 2) высокоскоростные потоки солнечной плазмы, следующие за ударной волной от больших вспышек или истекающих из областей с открытой конфигурацией магнитного поля корональных дыр (КД).

Полную цепочку возмущений от отдельного большого вспышечного события можно представить в виде трех отдельных этапов воздействия, которые последовательно реализуются в ОКП. Сначала, в момент развития геоэффективной солнечной вспышки, ОКП облучается потоком электромагнитного излучения (R – электромагнитный удар). Затем, через временной промежуток от нескольких минут до 10 часов в ОКП приходят потоки солнечных заряженных частиц (S – корпускулярный удар – солнечное протонное событие) и, наконец, через 17-96 часов в ОКП приходят потоки плазмы повышенной скорости, плотности и температуры (G – плазменный удар), вызывая возмущения в геомагнитном поле – магнитные бури. Заметим, что выбросы солнечных волокон и КД вызывают в ОКП только магнитные возмущения.

Согласно этой классификации введена пятибалльная шкала оценки интенсивности каждого из воздействий и их количества в ОКП, которая приведена

Таблица 1

Пятибалльная шкала космической погоды
(на основе шкалы NOAA http://www.swpc.noaa.gov/noaa-scales-explanation).

Воздействие на ОКП			Эпоха "повышенной" СА	Переходной период (по 23, СЦ)	Эпоха "пониженной" СА (по 24 СЦ)
Балл	Возмущение	Величина	Частота в СЦ	Частота в	Частота в СЦ
R: Электромагнитный удар: максимальный рентгеновский балл вспышки (вт/м^2)					
R5	экстремальное	≥X20 ($2\cdot10^{-3}$)	< 1	~4	0.1
R4	Очень большое	>X10 (10^{-3})	8 (8 сут/сц)	~2	*1*
R3	большое	≥X1 (10^{-4})	175 (140 сут/сц)	45	*~70*
R2	умеренное	≥M5 ($5\cdot10^{-5}$)	350 (300 сут/сц)		*~150*
R1	малое	≥M1 (10^{-5})	2000 (950 сут/сц)		*~800*
S: Корпускулярный удар: поток протонов с E ≥ 10 МэВ и Jp≥1 см$^{-2}$·с$^{-1}$·ср$^{-1}$ (pfu)					
S5	экстремальное	$\geq10^5$	Пока не наблюдалось		
S4	Очень большое	$\geq10^4$	1/эпоху	5	–
S3	большое	$\geq10^3$	3–10	11	*6*
S2	умеренное	$\geq10^2$	25	26	*~10*
S1	малое	$\geq10^1$	50	47	*~30*
S0	малое	$\geq10^0$	150	53	*~57*
G: Плазменный удар (геомагнитные возмущения): трехчасовой Кр-индекс					
G5	экстремальное	Кр=9	4 (4 сут)	20	*2/эпоху*
G4	Очень большое	Кр=8-9	100 (60 сут/сц)	25	*≤ 10*
G3	большое	Кр=7	200 (130 сут./сц)	90	*≤ 20*
G2	умеренное	Кр=6	600 (360 сут/сц)	344	*≤ 50*
G1	малое	Кр=5	1700 (900 сут./сц)	1327	*≤ 500*
G0	малое	Кр=4			

в табл.1. Надо иметь ввиду, что эта шкала возмущений в ОКП была введена в конце прошлого века и, соответственно, учитывала количество событий каждого балла возмущений только для эпохи **"повышенной"** СА, т.е. для 20–22 СЦ. За прошедшие годы стало ясно, что 23 цикл стал переходным между эпохами "повышенной" и "пониженной" СА, а 24 цикл стал первым солнечным циклом последней. Поэтому мы ввели наблюдательные данные по количеству событий для соответствующих эпох, используя новые данные.

Электромагнитный удар происходит в момент развития солнечной вспышки, во время которого в коротковолновых диапазонах электромагнитного излучения поток повышается на несколько порядков относительно фоновых значений. Например, в диапазоне мягкого рентгеновского излучения 1–8 Å (12.5–1 кэВ) возрастание потока может достигать 4 порядков. Вследствие этого воздействия непосредственно в момент развития вспышки (характерное время начала развития возмущения – минуты после начала вспышки) в ОКП развиваются внезапные ионосферные возмущения, вызывающие полное радиомолчание в диапазоне высоких частот на освещенной стороне Земли, длительность которого достигает нескольких часов, нарушая радиосвязь на освещенной стороне планеты. В диапазоне низких частот резко возрастают и накапливаются в течение многих часов ошибки в навигационных GPS-системах определения положений земных объектов и спутников. Количество событий меняется от R1 для вспышек рентгеновского балла M1 (до 2000 событий на цикл в эпоху "повышенной" СА и до 800 – в эпоху "пониженной") до R5 для самых мощных вспы-

шек, рентгеновский балл которых ≥X17.5 (~1–2 событий за солнечный цикл в эпоху "повышенной" СА, с большой вероятностью нет событий в эпоху "пониженной" и ≥ 3 событий в переходной период).

Вспышечная активность в текущем цикле находится на самом низком уровне за последние 70 лет (18-23 циклы СА) – на октябрь 2017 г. развития в текущем цикле осуществилось: – 780 солнечных вспышек с баллом M≥1; – 170 больших, среди которых: 4 – балла X>5; 56 – балла X≥1.0, 27 из них в S-полушарии. Напомню читателям, что к большим солнечным вспышкам относятся вспышки, чей рентгеновский балл равен или превышает M5. Это означает, что поток рентгеновского излучения в максимуме вспышки достиг величины $5 \cdot 10^{-5}$ Вт на квадратный метр. Для вспышек балла X этот поток равен или превышает 10^{-4} Вт/м^2.

В табл. 2 приводятся наиболее интенсивные солнечные вспышечные события и их геоэффективность в 24 цикле СА, вызвавшие наибольшие внезапные ионосферные возмущения на дневной стороне Земли.

Таблица 2

Наиболее интенсивные вспышки текущего 24 цикла СА

Место	Г /М /Д	Балл	Локализация	АО	Pr (pfu)	МБ
1*	2017/09/06	X9.3/2B–R3	S07W33L119	12673	844 –S2	G4
2	2017/09/06	X8.2/2B R3	S08W90L119	12673	1490 S3	G2
3	2011 08 09	X6.9/2B–R3	*S19W83L286*	11263	26 –S1	
4	2012 03 07	X5.4/ – R3	*N33W66L248*	11429	6530 –S3	G4
5	2013 11 05	X3.3/ – R3	*N30E70L248*	11890	~1 –S0	
6	2013 05 14	X3.2/ – R3	*N32W15L248*	11748	1 –S0	
7	2013 05 13	X2.8/ – R3	*N14E40L010*	11748	–	
8	2015 05 05	X2.7/ – R3	*N19W90L152*	12339	–	
9	2013 10 29	X2.3/ – R3	*S15W85L*	11875	5 –S0	
10	2011 02 15	X2.2 – R3/	*N15E09L010*	11158	2 –S0	
11*	2017 09 06	X2.2/2B – R3	*S07W33L119*	12673	9 –S0	G4
12	2011 09 06	X2.1/ – R3	*S16E08L286*	11283	–	
13	2013 10 25	X2.1/ – R3	*S06E89L229*	11882	–	
14	2015 02 11	X2.1/ – R3	*N33E71L*	12297	26 –S1	

Здесь АО – активная область по нумерации Службы состояния околоземного космического пространства США; КВВ – время первого появления коронального выброса вещества. * – два рентгеновских всплеска во время одной большой вспышки.

Корпускулярный удар – приход в ОКП солнечных высокоэнергичных частиц (протонов, электронов, нейтронов), которые вызывают солнечные протонные события (СПС). Вторжения солнечных частиц большой энергии (E_{pr}>10 МэВ) значимо повышают уровень радиационной опасности для космонавтов, экипажей и пассажиров высотных самолетов на высоких широтах, приводят к потерям спутников и выходу из строя научной и навигационной аппаратуры на космических объектах, прерывают осуществление коротковолновой связи в приполярных районах и способствуют резкому возрастанию ошибок в навигационных системах. Это приводит к серьезным трудностям в определении координат наземных и космических объектов. Характерное время начала СПС относительно начала протонной вспышки – часы, хотя частицы с энергиями ГэВ

приходят к Земле через несколько минут после инжекции их во вспышках. Количество событий меняется для S1 до ~50-40 событий за цикл, а для S4 ~1 для эпохи "повышенной"СА и до 5 в переходной период за солнечный цикл.

В табл. 3 представлены самые интенсивные (S3 – S2) солнечные протонные события (E>10 МэВ) текущего 24 цикла СА.

Таблица 3

Наиболее значимые СПС текущего 24 цикла СА

	Солнечное протонное событие			Источник: ВСВ, вспышка, КВВ, АО				
Место	То(Д/UT)	$T_{макс}$(Д/UT)	Поток (pfu)	КВВ	То (Д/UT)	Балл	Локализация	АО
1	20120307/0510	08/1115	6530	II/07 0036	07/0024	X5/3B	N17E15	11429
2	20120123/0530	24/1530	6310	H/23 0400	23/0359	M8/	N28W36	11402
3	20130522/1420	23/0650	1660	H/22 1325	22/1332	M5/	N15W70	11745
4	20170910/1630	10/1645	1490	H/	Fl 09/1535	X8.2	S08W90	12673
5	20150621/2135	22/1900	1070	H/21 0236	21/0236	M2	N13W00	12371
6	20140106/0915	09/0340	1033	PH/07 1824	07/1832	X1	S15W11	11944
7	20170906/0950	07/2330	840	H/06 1224	Fl 06/0852	2B/X2.2,**X9.2**	S08W33	12673
8	20120127/1905	28/0205	796	II/27 1827	27/1837	X1/	N27W71	11402
9	20120313/1810	13/2045	469	H/13 1736	13/1741	M7	N18W62	11429
10	20120517/0210	17/0430	255	PII/17 0148	17/0147	M5	N12W89	11476
11	201704/2230	05/1930	210	PH/1900	Fl 04/1959	3B/M1.5,**M5.5**	S10W11	12673
12	20130930/0505	30/2005	182	29 2212	29/2337	C1/BCB	N15W40	
13	20120717/1715	18/0600	136	PH/17 1348	17/1715	M1	S17W75	11520
14	20140911/0240	12/1555	126	H/10 1800	10/1745	X1	N16W06	12158
15	20130411/1055	11/1645	114	H/11 0724	11/0716	M6	N09E12	11719
16	20140225/1355	28/0845	103	II/25 0130	25/0049	X4	S12E82	11990

Здесь КВВ – корональный выброс вещества; UT – всемирное время по Гринвичу; АО – активная область; ВСВ – выброс солнечного волокна; Н – КВВ типа "гало"; РН – КВВ типа "частичное гало".

Плазменный удар: межпланетные ударные волны и потоки солнечной плазмы повышенной плотности и скорости (межпланетные выбросы коронального вещества, высокоскоростные потоки солнечного ветра) вызывают в ОКП магнитные и ионосферные возмущения. Возмущений геомагнитного поля Земли, интенсивность которых превышает порог магнитных бурь, G1, в которых хотя бы один трехчасовой Кр-индекс достиг значения 5 происходит не менее 1700 событий за солнечный цикл эпохи "повышенной" и ~700 – в эпоху "пониженной", а события интенсивностью G5 (Кр=9) наблюдаются в среднем 1 – 5 раз за солнечный цикл любой эпохи. Нужно иметь ввиду, что данный балл оценивает интенсивность геомагнитного возмущения – вполне можно представить ситуацию, когда геомагнитное возмущение имеет балл G1 или G2, но магнитной бури фактически нет, и средний суточный геомагнитный Ар-индекс будет значительно меньше порога магнитной бури. В таком случае речь идёт о геомагнитной

суббуре. "Магнитная буря" – магнитное возмущение длительностью не меньше 12 часов, средний Ap-индекс возмущения достигает значения 27 (в западных странах пороговое значение Ap=30).

В табл. 4 приводятся сведения об умеренных (41<Ap<69), больших (70<Ap<99) и очень больших (Ap<100) магнитных бурях по Ap-индексу, соответствующие этим бурям геомагнитные индексы Aa и Dst и активным событиям на Солнце, источниками этих магнитных бурь. В целом геоэффективность солнечных вспышечных явлений и корональных дыр остаётся аномально низкой: за 8,6 лет зарегистрировано только две очень большие магнитные бури, семь больших магнитных бурь (Ap≥70), 4 солнечных протонных события (E_{pr}>10 MeV) с потоком протонов больше 1000 частиц на м^2 (pfu) и только три возрастания на нейтронных мониторах (вспышки в космических лучах), что фиксирует приход к Земле солнечных протонов очень больших энергий (≥1 ГэВ).

Таблица 4

Наиболее значимые магнитные бури текущего 24 цикла СА

R	Магнитные бури					Источник		
	Дата	SSC	Ap_{max}	Aa_{max}	Dst_{max}	Дата	Событие	КВВ
	г м д	UT	нТ	нТ	нТ	д м /UT	Балл	UT/V км/с
1	2015/03/17	0445	108	146	–223	15.03/0115	Fl–C9.1/1F	0148/719 H
2	2017/09/08	07/2304	106	111	–142	06.09/1153	Fl–X9.3/2B	1224/1497 H
3	2012/03/09	1103	87	87	–145	07.03/0002	Fl–X5.4/3B	0024/2684 II
4	2012/07/15	1809	78	87	–139	12.07/1537	Fl–X1.4/2B	1624/0657 II
5	2015/10/07		74	94	–124		CH + DSF	
6	2015/06/22	1833	72	86	–204	19.06	Fl–1N/M3.0+CH	1724/1305
7	2013/03/17	0600	72	81	–132	15.03/0546	Fl–M1.1/1F	0712/1063
8	2016/05/08	0108	70	95	–083	05.05	CH + SB + DSF	
9	2015/12/20	19/1616	70	98	–155	15 – 16.12	3 DSF	
10	2015/09/11		60	84	–081	8 – 9.09	CH + 2 DSFs	
11	2015/09/09		59	74	–99	5.09	CH + DSF	
12	2013/10/02	0154	58	75	–072	29.10/2143	Fl–X2.3/DSF	2200/1001 H
13	2013/06/01	31/1618	58	65	–124	29.05	DSF + CH	
14	2016/10/25	0922	57	81	–060	20.10	DSF+CH	
15	2010/04/06	05/0826	55	62	–081	3.04	DSF	
16	2015/08/27		52	61	–080	08.24/0726	Fl–M5.6/1B	0848/0272
17	2013/06/29		50	67	–102	25.06	CH + DSF	

Здесь событие – вспышка (Fl); выброс солнечного волокна (DSF); корональная дыра (CH); граница сектора межпланетного магнитного поля (SB); КВВ – корональный выброс вещества: H – гало, pH – частичное гало.

Прошедший год не принёс существенных изменений в ход развития текущего солнечного цикла: ясно, что геоэффективность солнечных вспышечных явлений и корональных дыр остаётся аномально низкой. На видимом диске Солнца за прошедший год появилась 1 группа пятен с площадью больше 1000 мдп. Список самых больших по площади групп пятен и их вспышечная активность текущего солнечного цикла приведён в табл. 5.

Период экстремального повышения солнечной активности. В первую пятидневку сентября 2017 г. уровень пятнообразовательной активности Солнца продолжал расти за счёт роста числа групп и пятен внутри групп. Боль-

Таблица 5

Наибольшие по площади группы пятен текущего 24 цикла СА

Г М	АО	Гелиодолгота	Гелиоширота	Площадь, мдп	XRI
2014 10	***12192***	***248°***	***S13***	***2740***	***20.32***
2014 01	11967	113°	S13	1580	6.68
2014 01	11944	099°	S09	1560	3.18
2011 11	11339	102°	N19	1540	3.75
2012 07	11520	085°	S16	1460	2.82
2011 09	11302	282°	N12	1300	8.14
2012 03	***11429***	***300°***	***N18***	***1270***	***10.62***
2015 08	12403	192°	S14	1190	2.14
2015 06	12371	302°	N12	1180	2.00
2013 01	11654	148°	N08	1100	0.22
2014 11	12209	251°	S15	1100	1.26
2014 12	12242	239°	S18	1080	3.33
2017 09	***12673***	***119°***	***S08***	***1060***	***18.97***
2012 05	11476	183°	N11	1050	4.57
2013 04	11726	327°	N13	1000	0.1

Здесь АО – номер активной области в системе Службы Солнца (NOAA); мдп – миллионные доли полусферы; XRI – вспышечный индекс АО: сумма всех значимых вспышек (баллы X и M), где вспышки балла X дают единицы, а вспышки балла M дают десятые доли, введён Мс Интошем в восьмидесятые годы прошлого столетия. Жирным курсивом выделены наиболее вспышечно-активные большие группы пятен.

шая группа Северного полушария, медленно развиваясь, 3 сентября достигла максимальной площади 930 мдп и далее постепенно деградировала до захода за западный лимб Солнца, оставаясь простой биполярной группой в магнитном отношении. Вследствие этого, вспышечная активность в ней ограничилась только вспышками низкого балла (C). В группе пятен Южного полушария, вышедшей 29.09, со 2 на 3 сентября начал всплывать быстрый новый магнитный поток (рис. 2), почти в четыре раза увеличивший площадь группы пятен к 4.09, а 8.09 площадь пятен достигла максимального значения 1060 мдп, что почти в 7 раз больше площади нашей планеты.

В процессе взаимодействия нового потока с магнитным полем активной области (4-8 сентября) осуществилось 4 вспышки рентгеновского класса X (X2.2, X9.3 и X1.7 – 6.09, X1.3 – 7.09) и 27 – класса M, среди которых 6 были большими. Всплытие следующего нового магнитного потока (9-10 сентября) произвело ещё одну большую вспышку класса X8.2 (10.09) и 3 – класса M. Эти вспышки принесли в околоземное космическое пространство высокоэнергичные протоны, и протонное событие продолжалось с 4 по 15 сентября. Кроме того, возмущения от них вызвали одну очень большую и две малые магнитные бури.

Процессы перестройки общего магнитного поля к уровню эпохи "пониженной" солнечной активности, начавшиеся в середине 22 цикла и захватившие весь 23 солнечный цикл, привели к "чехарде" изменений полярного магнитного поля (рис. 3). Южное полушарие уже прошло переполюсовку в начале 2014 г., а в северном полушарии она окончательно произошла только в середине 2015 г., когда сформировалась соответствующая полярная корональ-

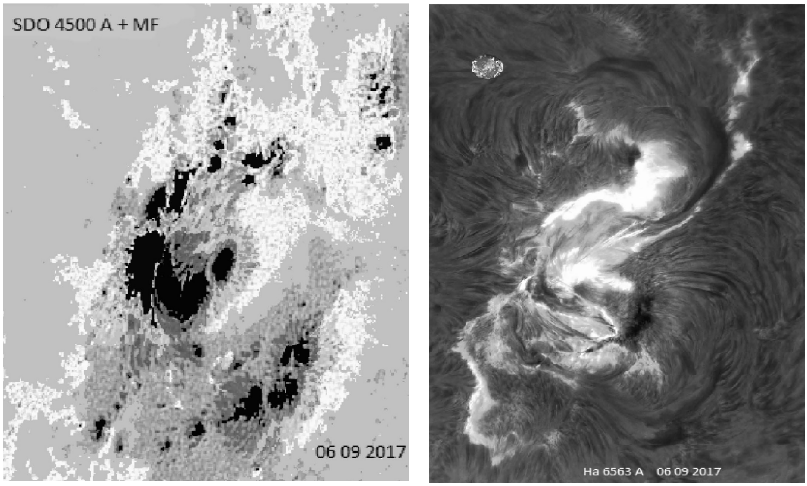


Рис. 2. Вид группы пятен и большая вспышка 6 сентября 2017 г. балла X9.2/3N Солнца по наблюдениям SDO и в самой сильной линии водорода На (6563Å) из http:// spaceweather.com.

ная дыра – чёткий наблюдательный факт окончания процесса переполюсовки текущего 24 цикла солнечной активности в данном полушарии Солнца. Таким образом, период переполюсовки в текущем цикле занял 2.5 года, что является рекордом по длительности для солнечных циклов космической эры. В 2017 г. чётко выразилась тенденция роста всех компонент поля.

Важно отметить, что в текущем солнечном цикле уменьшилось время между первыми признаками появления значимого нового магнитного потока и началом периода вспышечного энерговыделения (10-20^h), хотя сам период изменений не претерпел ~ 55^h. Этот факт усложняет возможность оперативного прогноза периода реализации больших солнечных вспышек. В прошедших циклах космической эры этот временной интервал составлял не менее 24 часов.

Первые результаты исследования солнечных циклов в рамках сценария развития солнечной цикличности по достоверному ряду относительных чисел солнечных пятен показывают, что они образуются в условиях разной фоновой величины общего магнитного поля Солнца. Солнечные циклы эпох "пониженной" СА образуются при более низких значениях и, соответственно, в эпохи "повышенной" СА фоновое значение общего магнитного поля Солнца примерно в два раза выше. Зато в переходные периоды между эпохами, которые длятся примерно полтора цикла, они существуют практически в изменяющихся магнитных полях: в растущем до нового уровня при переходе к эпохе "повышенной" СА (17 – 18), и в падающем, при переходе к эпохе "пониженной" СА (10 – 11, 22 – 23). Надо заметить, что на данной статистике, в первом случае в процесс вовлекается последующий (18) солнечный цикл, а во втором – предыдущий (10, 22). И именно в эти периоды на Солнце происходят самые мощные суперсобытия: появление гигантских групп пятен в 18 солнечном цикле, экстремальные вспышечные события августа – сентября 1859 г. в 10

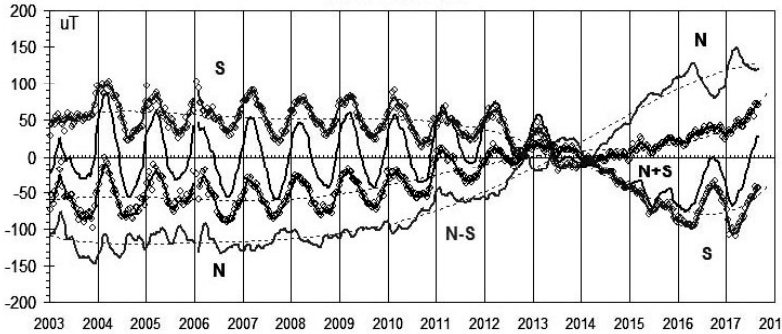


Рис. 3. Поведение приполярного магнитного поля в 2004-2017 г. Видно, что переполюсовка в южном полушарии произошла в конце 2013 г., А в северном полушарии только в середине 2015 г. (http://www.leif.org/research/WSO-Polar-Fields-since-2003.png), по оси ординат нТ.

цикле, июня 1991 г. в 22, октября – ноября 2003 г. в 23. Внутри эпох такие события маловероятны и в прошедшей эпохе повышенной СА события такого масштаба возможно были лишь в августе 1972 г.

Наш текущий солнечный цикл развивается типично для нормальных низких циклов СА – наиболее мощные вспышечные события происходят на фазе спада цикла и иногда на фазе роста. Особенности развития последних трёх солнечных циклов солнечной активности и картина развития активных областей подтверждают произошедшую смену режима генерации магнитных полей в конвективной зоне Солнца. Это привело к тому, что Солнце вступило в период малых и средних солнечных циклов СА, который продлится 5 солнечных циклов, включая текущий (~60-70 лет). Количество рекуррентных высокоскоростных потоков солнечного ветра, которые вызывают в околоземном космическом пространстве относительный рост малых геомагнитных возмущений, возросло. А значительное снижение числа вспышечных событий привело к уменьшению количества более сильных спорадических геомагнитных возмущений и росту периодов спокойных геомагнитных условий. Ослабление режима выноса солнечных магнитных полей привело к значительному росту фоновых значений галактических космических лучей в межпланетном пространстве, что ставит под сомнение возможность длительных (> 0.5 года) пилотируемых полётов вне магнитосферы Земли, не только на Марс, но и на Луну с длительным пребывание вне защищённых бункеров, и, соответственно, к росту радиационного фона на всем протяжении солнечного цикла. Спорадический нагрев земной атмосферы значимо уменьшился, что приводит к еще большему загрязнению ОКП (неблагоприятный режим очистки низких орбит от космического мусора). Такой неблагоприятный для освоения человеком космического пространства продлится примерно до 29 переходного солнечного цикла (2060-е годы), после которого снова наступит знакомая нам эпоха повышенной СА. Тогда фон галактических лучей упадёт до величин приемлемых для космических путешествий (радиационная опасность для экипажей будет связана только с солнечными вспышками – это до 7 суток, которые можно пересидеть в защищённом бункере внутри космического корабля), и скорость очистки околоземного космического пространств на низких орбитах значимо возрастёт.

50 ЛЕТ ГРУППЕ АСТРОСПЕКТРОСКОПИИ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ ОДЕССКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ И.И.МЕЧНИКОВА

А.В.Драгунова

Астроспектроскопия в Одессе возникла на рубеже XIX и XX столетий, когда в обсерватории появился спектрогелиограф (создатель И.А.Тимченко) и начались наблюдения Солнца. Наиболее известным из звездных исследований стало спектральное изучение переменной звезды δ Цефея, выполненное В.С.Жардецким в 1914 году в качестве дипломной работы. Затем спектральные наблюдения затменных звезд проводил А.М.Шульберг (к сожалению, пропали во время оккупации Одессы 1941-1944 годов), послевоенные аспиранты К.Х.Сеидов (β Лиры), Н.С.Комаров (металлические звезды) и В.Г.Каретников (ряд затменных звезд, звезды Вольфа-Райе, ряд стационарных звезд). Эти наблюдения, выполненные с помощью фотоматериалов как в Одессе, так и в других обсерваториях СССР (Пулково, Крым и Абастумани), в основном опубликованы в специализированных изданиях авторами и их соавторами, и послужили основой для выполнения их дипломных работ и кандидатских диссертаций. Фотографические наблюдения спектров звезд и их обработка продолжались до тех пор, пока на смену фотопленкам и фотопластинкам не пришли другие носители информации.

Первый же электроспектрофотометр в нашей обсерватории был создан в 1964 году Ю.А.Медведевым и В.Г.Каретниковым на базе штатного электрофотометра АФМ-6, дополненного предобъективной призмой, щелевой диафрагмой и сканирующим (по склонению) прибором. Тогда же и начались наблюдения звездных спектров. Однако старт "масштабной" электроспектроскопии звезд в обсерватории связан с созданием первого в СССР спектрофотометра для ближней инфракрасной области спектра. Прибор был сконструирован и изготовлен В.А.Позигуном и Н.С.Комаровым, а ФЭУ (RCA 7208) для него привез из США профессор В.П.Цесевич. Получение распределений энергии в спектрах излучения звезд в области 550 – 900 нм послужило базой для заключения хоздоговоров. К моменту сдачи первого научно-технического отчета в 1968 году уже была сформирована Группа астроспектроскопии, в состав которой вошли основатели – создатели как самого электроспектрофотометра, так и методик наблюдений и обработки спектрограмм Н.С.Комаров и В.А.Позигун, а также выпускницы одесской кафедры астрономии Л.Ф.Носова (Орлова) и А.В.Драгунова.

В последующие годы заключались новые хоздоговора, Группа астроспектроскопии была преобразована в Сектор астроспектроскопии и пополнялась новыми выпускниками-астрономами, к ней примыкали сотрудники кафедры и обсерватории (В.Ф.Карамыш, Р.И.Чуприна и другие). Организатором и руководителем группы, затем сектора, преобразованного в дальнейшем в Отдел астроспектроскопии, был Николай Сергеевич Комаров. Следует отметить, что в группе-секторе-отделе занимались не только выполнением хоздоговорных работ. Были продолжены масштабные спектральные исследования и других астрофизических объектов, в частности, "холодных" звезд. Впоследствии исследования по "холодным" звездам вылились в монографию Н.С.Комарова "Холодные звезды-гиганты" (Одесса, 1999) и многие кандидатские и докторс-

кие диссертации. Таким образом, можно сказать, что в 2018 году группе астроспектроскопии в Одессе исполняется 50 лет. А ее создателю и руководителю доктору физико-математических наук, профессору Николаю Сергеевичу Комарову (1938-2003) исполнилось бы 80 лет.

Хоздоговорная тематика по наблюдениям спектров ярких звезд финансировалась Минмашпромом СССР через посредников-исполнителей, в качестве которых выступали такие астрономические организации, как Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга и Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория АН СССР, и так называемые, "почтовые ящики". Причем, связанная с работой частичная секретность относилась скорее не к выполняемым работам, а к факту проведения таких работ для заказчиков. Выделяемое финансирование было достаточным для обеспечения наблюдательных работ, а это – создание наблюдательных станций в условиях хорошего астроклимата, то есть в высокогорье, и для выполнения обработки наблюдений. Спектров (сканограмм) становилось все больше и больше, и для их обработки и вычисления распределений энергии появилась необходимость в вычислительной технике. И тут, благодаря хоздоговорам, в обсерватории появилась настоятельная необходимость и возможность приобрести компьютеры нескольких поколений.

Вскоре были приобретены ЭВМ "Проминь", затем две ЭВМ "Наири" и их улучшенные серии, несколько персональных ЭВМ ДЗ-28, активно арендовалось время на крупных городских и университетских ЭВМ. Сотрудники приобретали навыки программистов, переходя от одних ЭВМ к другим, повышая свой уровень и расширяя диапазон возможностей. Впоследствии некоторые из них (например, В.В.Цымбал, С.А.Коротин) стали высококлассными программистами, создав пакеты программ уже для работ со спектрами звезд с высоким спектральным разрешением, полученными на крупных телескопах зарубежных обсерваторий.

Хоздоговора, которые заключал Н.С.Комаров, позволяли обеспечивать не только работу непосредственно по заказам, но и были хорошим подспорьем в приобретении различного оборудования и мелкой техники для обсерватории. В рамках сектора, а затем – отдела, была создана группа астроприборостроения, на счету которой несколько разработанных и изготовленных электрофотометров, электроспектрофотометров, приборов для автоматизации управления телескопами, различных приводов, интерфейсов и прочее. Да и университет получил немалую часть финансирования для своих нужд.

Расширение объемов и географии работ требовало и увеличения числа наблюдателей. К концу 80-х годов Отдел астроспектроскопии насчитывал более 25 сотрудников. Работа в высокогорных районах в экспедиционных условиях, наблюдения, обработка полученных результатов требовали ответственности, терпения, скрупулезности. Все это послужило хорошей школой для молодых сотрудников. Некоторые из них впоследствии стали известными специалистами в области астрофизики (например, доктора наук В.Е.Панчук, Т.В.Мишенина, В.В.Ковтюх, С.А.Коротин). Многие защитили кандидатские диссертации, частично используя полученные результаты по электроспектрофотометрии звезд (В.А.Позигун, А.В.Драгунова, В.Д.Мотрич, Т.Н.Дорохова и другие).

Надо отметить, что в обсерватории выполнялись и другие хоздоговорные работы. Это хозтематика Отдела космических исследований по искусственным спутникам Земли (В.М.Григоревский, Ю.А.Медведев), Отдела телескопострое-

ния (В.Н.Иванов, Л.С.Паулин, Н.Н.Фащевский), по исследованию астроклимата (Ю.С.Романов) и другие. Все они давали обсерватории возможность развиваться. Но самой "богатой" была хозтематика Н.С.Комарова. Были даже два хоздоговора по миллиону рублей! Однако, исполнители хоздоговоров и, вообще, сотрудники обсерватории не могли получать более 1,5 ставок. Да и то это касалось только штатных сотрудников (сотрудники, зачисленные по хоздоговорам, а их было большинство, к ним не относились) и членов кафедры. Таков был закон. Так что, "разбогатеть" нам не довелось, но мы были богаты впечатлениями, встречами, знакомствами, общением с коллегами других обсерваторий, так как работать пришлось на Кавказе (Грузия, Армения, Приэльбрусье), в Саянах (солнечная лаборатория СибИЗМИР), на Памире, в Туркмении.

Результатом многолетней работы группы-сектора-отдела стали статьи в научных журналах, в частности, по спектрофотометрическим стандартам, каталоги распределений энергии в спектрах излучения нескольких сотен звезд в широком диапазоне длин волн (320 – 1080 нм). Сотрудничество с другими обсерваториями дало толчок к созданию в СССР рабочих групп по звездным стандартам и физике звездных атмосфер, работавшим много лет, а последняя рабочая группа, по предложению Н.С.Комарова, трансформировалась в Международную рабочую группу по изучению физической и динамической эволюции звезд и галактик, совещания которой регулярно проходят по настоящее время.

Девяностые годы XX столетия принесли сокращение финансирования обсерватории. Хоздоговора закончились. Бюджетное финансирование было недостаточным. Пошла череда сокращений штатов, некоторые сотрудники уволились сами, так как были сложности с выплатой зарплат. Отдел астроспектроскопии тоже поредел. В 1998 году было принято решение объединить два отдела – Астроспектроскопии и Переменных звезд – в один – Физики звезд и галактик. Руководителем отдела стал д.ф.-м.н., профессор Н.С.Комаров, а с 2003 года – к.ф.-м.н. (на то время) Т.В. Мишенина.

Но астроспектроскопия на этом не закончилась. Более того – она вышла на новый уровень. В последние десятилетия, скажем, во второй половине этого "юбилейного" 50-летия, появилось и получило развитие международное сотрудничество наших астрономов. Открылся доступ к высококачественному спектральному материалу с крупных телескопов мира, оборудованных самыми современными приборами, были получены гранты на исследования, современные компьютеры, поездки на стажировки и на конференции. Наши специалисты, публикуя научные статьи в престижных международных журналах, имеют сейчас высокий рейтинг по цитированию работ, входят в списки лучших ученых и экспертов-астрономов Украины. Это и доктора физ.-мат. наук Тамара Васильевна Мишенина, Сергей Михайлович Андриевский, Валерий Владимирович Ковтюх, Сергей Анатольевич Коротин. Остаются активными спектроскопистами выходцы из Отдела астроспектроскопии В.Ф.Гопка, Т.И.Горбанева, Н.Ю.Басак, С.И.Белик, а также вошедшие в Отдел физики звезд и галактик в последние годы выпускники Одесского университета В.А.Ющенко, Ф.В.Чехонадских.

Астроспектроскопия в Одессе жива! И за это – наши слова благодарности основателям – профессору Владимиру Платоновичу Цесевичу, профессору Николаю Сергеевичу Комарову, а также – людям, не жалеющим денег на науку – Фундаментальную науку.

60 ЛЕТ В ПОГОНЕ ЗА ЛЕТАЮЩИМИ ЗВЕЗДАМИ

В.П.Епишев

К 60-летию со дня образования Лаборатории космических исследований Ужгородского национального университета и 90-летию со дня рождения профессора Мотрены Братийчук

4 октября 1957 года на околоземную орбиту был выведен первый искусственный спутник Земли (ИСЗ), символизировавший начало космической эры. А уже 6 октября его впервые через оптические приборы увидели с территории СССР в Ужгороде и Ленинграде. И первой, нанесенной профессионально на карту звездного неба точкой следа спутника, в Центре управления полетами под Москвой была признана именно та, которую поставил на карту студент III-го курса, а позже профессор физического факультета УжНУ, Илья Алексахин. Так началась более 60-ти лет назад славная история единого в Закарпатье научного подразделения, связанного с космической тематикой.

Вскоре в Ужгород из Москвы пришла поздравительная телеграмма и благодарность за высокоточные результаты наблюдений спутника и, как оказалось, его ракеты. Если о существовании спутника в Центре знали по его радиосигналам, то о месте пребывания отделившейся от него ракеты там, в те первые дни, информации не было никакой.

С тех пор точность и ответственность молодого коллектива стали его визитной карточкой. Успехи ужгородцев вскоре были отмечены в Москве. На станцию наблюдений по несколько раз приезжали академики М.Келдыш и Л.Арцимович. Была тогда у первых лиц государственного масштаба такая "слабость" – самим знакомиться с реальным состоянием дел даже в наиболее отдаленных уголках страны. Оценив по приезде уникальное географическое расположение пункта и уровень подготовки местных кадров, М.Келдыш поддерживает не только решение о выборе места наблюдений, но и всячески содействует расширению функциональных возможностей станции. Через некоторое время, после его второго посещения УжНУ, Постановлением ГКНТ при Совете Министров СССР на месте пункта наблюдений была открыта Лаборатория космических исследований (ЛКИ) с научным персоналом в 20 человек, с соответствующим финансированием фонда заработной платы и закупки специального оборудования.

Профессор Братийчук Мотрена Васильевна (08.09.1927–04.04.2001)

К концу 1957 года на территории СССР, для контроля полетов ИСЗ, было открыто несколько десятков станций, проводящих наблюдения в оптическом диапазоне. Но только три из них (Рижская, Звенигородская и Ужгородская) выросли в научно-исследовательские подразделения с тематикой космического направления, которой раньше не занимались ни в одном астрономическом коллективе мира.

Главным вдохновителем и организатором в ЛКИ почти 43 года была ее бессменный руководитель Мотрена Братийчук. С этим именем связано не только развитие, в

некоторой степени, необычной обсерватории на Украине, но и становление в целом астрономии в Закарпатье. После окончания физического факультета, а потом аспирантуры по специальности "Астрофизика" Киевского госуниверситета, она начала свою трудовую деятельность в июле 1956 года преподавателем физики в Ужгородском госуниверситете. Ей, единственному в Ужгороде подготовленному астроному, и предложили организовать здесь оптические наблюдения рукотворных космических тел, чему она в будущем посвятила всю свою жизнь.

Основной опорой для М.Братийчук всегда была молодежь. Она умела передать свое восхищение красотой звездного неба и азарт охотника в погоне за быстролетящими небесными телами многим своим ученикам. Бывало, этот азарт так увлекал молодых наблюдателей, что они не замечали, как пролетала ночь даже в сильные морозы. И только днем с удивлением отмечали один у другого обмороженные брови от длительного соприкосновения с окулярами специальных фото- и визуальных камер.

На всем этапе своего существования штат лаборатории был укомплектован более чем на 90% выпускниками физического факультета УжНУ, практически ее учениками. А за более чем 45 лет специализацию "Астрофизика" в УжНУ окончили почти 470 выпускников. Среди них академик РАН Ю.Ю.Балега – бывший директор наибольшей на сегодня в Европе Специальной астрофизической обсерватории (САО), д.ф.-м.н. Й.И.Романюк – зав.отделом магнитных звезд и член-корреспондент НАНУ Р.И.Костик – зав.отделом физики Солнца Главной астрономической обсерватории НАН Украины.

Под руководством М.В.Братийчук коллектив ЛКИ прошел путь от проведения самых простых визуальных до комплексных электрофотометрических и лазерных наблюдений ИСЗ, с использованием собственных методик обработки и интерпретации полученных результатов для решения фундаментальных и прикладных научных задач. Именно здесь в 1972 году, с участием французских специалистов, была впервые проведена с территории СССР лазерная локация ИСЗ, а в 1978 году осуществлены первые наземные поляризационные наблюдения спутников.

Уже в 60-е годы вырисовываются новые перспективы использования позиционных наблюдений ИСЗ для решения целого ряда задач геодезии, геодинамики, геофизики, физики земной атмосферы. В Советском Союзе для таких задач разработали специальную спутниковую камеру АФУ-75. Изготовленный в Риге аппарат под номером 2 заработал в Ужгороде уже в 1966 году. С тех пор со стороны СССР ЛКИ участвовала во всех международных программах, связанных с оптическими наблюдениями ИСЗ.

В первой половине 70-х годов была установлена мощная спутниковая фотокамера немецкого производства – SBG. Это позволило коллективу ЛКИ более 15 лет, практически до 2002 года, оставаться на ведущих позициях в созданной в союзе сети для наблюдений геостационарных спутников (ГСС). За это время ужгородцами было определено около 15 тысяч положений разных по назначению ГСС с самой высокой на то время точностью и оперативностью. И это при том, что нам вменялось контролировать только западное от Москвы крыло геостационарной орбиты.

Достигнутая в результате спутниковых наблюдений точность определения местоположения пункта на Земле (~6 м), позволила тогда ученым разных стран,

наконец, установить реальную форму нашей планеты. Изучение подвижек земной коры и материков требовали еще большей точности наблюдений спутников. На помощь ученым пришла лазерная локация спутников, которая позволила определять положение пунктов на Земле с точностью уже порядка сантиметров. И первая лазерная локация космических аппаратов с территории СССР была успешно осуществлена, как уже упоминалось, в рамках советско-французского эксперимента в ЛКИ УжНУ с использованием французского лазерного дальномера. Когда отечественная промышленность в начале 80-х годов выпустила первую партию лазерных дальномеров ЛД-2, один из них получил ужгородскую прописку. И когда Министерство образования и науки Украины закупило в начале 90-х годов несколько автоматизированных телескопов диаметром 1м под лазерные дальномеры третьего поколения, снова один из них был установлен в загородном пункте наблюдений ЛКИ – Дереновка, размещенном в 15 км на восток от Ужгорода.

В настоящее время глобальная космическая навигационная система GPS позволяет определять положение приемной антенны на земной поверхности с точностью 3-5 мм. Таких пунктов в ЛКИ два – на крыше лабораторного корпуса в Ужгороде и в загородном пункте Дереновка. Оба они входят в Международную геодезическую систему ITRS как базовые. Один из них обеспечивает данными государственную службу времени Украины. В западном регионе Украины такого уровня пункт единственный.

Значительный рост со временем количества ИСЗ усложнил контроль их движения и увеличил вероятность возникновения аварийных ситуаций на орбитах. Актуальной стала и проблема распознавания искусственных космических объектов. Эти проблемы в СССР попробовали решать с помощью фотометрических

Ведущие сотрудники ЛКИ. 2001 год.

методов. Благодаря сотрудничеству с одесскими астрофизиками, в начале 70-х годов в ЛКИ был изготовлен специальный спутниковый электрофотометр, а позднее еще один – уже колориметр – в сотрудничестве с московскими специалистами. Буквально за несколько лет ужгородцы вышли на передовые рубежи в области электрофотометрических наблюдений ИСЗ и их всесторонней интерпретации. За 45 лет в каталог ЛКИ вошло более 2600 записей изменения блеска около 200 ИСЗ. Разработанные в коллективе методики и программы расчета элементов орбит неуправляемых ИСЗ, определения периодов их собственного вращения и их пространственной ориентации, позволили установить для более 60-ти космических объектов динамические и поверхностные характеристики.

Полученные в ЛКИ результаты не всегда воспринимались однозначно. Например, анализ катастрофы, которая произошла с известным американским спутником-баллоном "Пагеос", в котором методом фотометрии была раскрыта не только картина разрушений ИСЗ, но и доля потерянной им массы. Позднее, в одной из американских публикаций тоже указывалось такое же количество (в пределах 1 кг) потерянной спутником массы.

В сентябре 1983 года начал срываться советско-болгарский научный эксперимент по лазерной локации ИСЗ "Интеркосмос-Болгария-1300". После трех проводок спутника в ЛКИ стало ясно, что он развернут на орбите на 90°, а это означало, что лазерные отражатели земному наблюдателю не видны. Обнародованные на одной из всесоюзных конференций наши результаты вызвали бурную дискуссию. Участники лазерного эксперимента не могли поверить,

Коллектив ЛКИ около памятной доски М.В.Братийчук в день 50-летия космической эры.

что переориентация объекта делалась специально, и никто не посчитал нужным их об этом предупредить. В конце конференции сотрудник столичного института конфиденциально подтвердил, что 1.5 месяца спутник действительно был переориентирован в рамках проводимого секретного эксперимента. С тех пор скептицизм, который витал даже в ЛКИ относительно разработанной методики анализа поведения ИСЗ на орбите, резко уменьшился.

Летом 2010 года прервалась связь с египетским спутником "Египтсат", изготовленным украинскими конструкторами в КБ "Южное". Радиосредства не смогли разобраться с возникшей ситуацией. Тогда разработчики обратились к фотометристам. Буквально, после нескольких удачных записей изменения блеска этого ИСЗ фотометристами Львова, Ужгорода, Одессы, Евпатории и их оперативной обработки в ЛКИ УжНУ, была дана реальная картина происходящего с ИСЗ на орбите, что помогло конструкторам установить причину такого поведения спутника и достойно "разрулить" перед египтянами возникшую проблему.

Самыми тяжелыми за время независимости для коллектива Лаборатории оказались 2001 и 2002 годы. Смерть М.В.Братийчук и ведущего специалиста А.Г.Кириченко, продолжительная атака с целью отчуждения части территории ЛКИ под застройку дачных вилл, попытки закрыть специализацию "Астрофизика", зондирование возможности забрать в Киев метровый телескоп. Два года постоянной борьбы за выживание. Но ядро коллектива выстояло. Помогла поддержка деканата физического факультета, научной части университета, просто коллег-физиков. С помощью одесских друзей было восстановлено (после кражи) управление метровым телескопом. А с 2010 года в Ужгороде, усилиями молодых сотрудников ЛКИ В.И.Кудака и В.М.Пирога, снова развернуты наблюдения геостационарных объектов и астероидов в автоматическом режиме, с использованием современных электронных приемников излучения, которые повысили проницающую способность наблюдательного комплекса в 7 раз по сравнению с фотокамерой СБГ.

В 80-е годы штат ЛКИ достигал 38 человек. Но большинство побед ЛКИ ковалось, в первую очередь теми, которые в силу своих возможностей, не считаясь со временем, здоровьем, отсутствием материального благополучия, оставались преданными общему делу, своей Лаборатории. Это, прежде всего, Ирина Швалагин (одна из первых наблюдателей 1-го ИСЗ), Галина Москалева, Святослав Миронюк, Анна Кириченко, Янош Мотрунич, Степан Игнатович, Иван Мотрунич, Мария Осипенко, Константин Кудак, Тиберий Ласло, Иван Найбауэр, Иван Исак, Владимир Климик, Эльвира Новак. Кто-то из них уже вышел на пенсию, кто-то отошел в мир иной. А кто-то, все также, вечером поднимается на гору Кальвария или едет в загородный пункт наблюдений Дереновка, чтобы всматриваться в темное небо, отыскивая взглядом быстробегущие маленькие рукотворные звездочки, продолжает принимать активное участие в подготовке и проведении различных мероприятий по популяризации астрономии в регионе.

И где-то в глубинах космоса продолжает свой путь малая планета №3372 "Bratijchuk". Именно ей навечно присвоено имя лауреата премии Украинской астрономической ассоциации "За выдающийся вклад в развитие астрономии в Украине" и премии Астросовета АН СССР им. А.Ф.Фиолетовой, отличника системы образования Украины, почетного члена УАА, общества Авиации и Космонавтики, члена Международного Астрономического Союза (МАС), профессора Мотрены Братийчук.

В ГОСТЯХ У МУЗЫ УРАНИИ

Александр Блок
(1880-1921)

Классик русской литературы XX столетия, один из крупнейших представителей русского символизма.

ШАР РАСКАЛЕННЫЙ, ЗОЛОТОЙ

Шар раскаленный, золотой
Пошлет в пространство луч огромный,
И длинный конус тени темной
В пространство бросит шар другой.

Таков наш безначальный мир.
Сей конус – наша ночь земная.
За ней – опять, опять эфир
Планета плавит золотая...

БЕЛОЙ НОЧЬЮ МЕСЯЦ КРАСНЫЙ...

Белой ночью месяц красный
Выплывает в синеве.
Бродит призрачно-прекрасный,
Отражается в Неве.

Мне провидится и снится
Исполпенье тайных дум.
В вас ли доброе таится,
Красный месяц, тихий шум?..

22 мая 1901

ДУХ ПРЯНЫЙ МАРТА БЫЛ В ЛУННОМ КРУГЕ...

Дух пряный марта был в лунном круге,
Под талым снегом хрустел песок.
Мой город истаял в мокрой вьюге,
Рыдал, влюбленный, у чьих-то ног.

Ты прижималась все суеверней,
И мне казалось – сквозь храп коня –
Венгерский танец в небесной черни
Звенит и плачет, дразня меня.

А шалый ветер, носясь над далью,–
Хотел он выжечь душу мне,
В лицо швыряя твоей вуалью
И запевая о старине...

И вдруг – ты, дальняя, чужая,
Сказала с молнией в глазах:
То душа, на последний путь вступая,
Безумно плачет о прошлых снах.

ОКРАЙ НЕБЕС – ЗВЕЗДА ОМЕГА...

Окрай небес – звезда омега,
Весь в искрах, Сириус цветной.
Над головой – немая Вега
Из царства сумрака и снега
Оледенела над землей.

Так ты, холодная богиня,
Над вечно пламенной душой
Царишь и властвуешь поныне,
Как ты холодная святыня
Над вечно пламенной звездой!

Игорь Северянин
(1887-1941)

Русский поэт "Серебряного века".

ЗВЕЗДЫ

Бессонной ночью с шампанским чаши
Мы поднимали и пели тосты
За жизни счастье, за счастье наше.
Сияли звезды.
Вино шипело, вино играло.
Пылали взоры и были жарки.
"Идеи наши, – ты вдруг сказала, –
Как звезды – ярки!"
Полились слезы, восторга слезы...
Минуты счастья! Я вижу вас ли?
Запело утро. Сверкнули грезы.
А звезды... гасли.

УВЕРТЮРА (АНАНАСЫ В ШАМПАНСКОМ!..)

Ананасы в шампанском! Ананасы в шампанском!
Удивительно вкусно, искристо и остро!
Весь я в чем-то норвежском! Весь я в чем-то испанском!
Вдохновляюсь порывно! И берусь за перо!
Стрекот аэропланов! Беги автомобилей!
Ветропросвист экспрессов! Крылолёт буеров!
Кто-то здесь зацелован! Там кого-то побили!
Ананасы в шампанском – это пульс вечеров!
В группе девушек нервных, в остром обществе дамском
Я трагедию жизни претворю в грезофарс.
Ананасы в шампанском! Ананасы в шампанском!
Из Москвы – в Нагасаки! Из Нью-Йорка – на Марс!

Фернанду Пессоа
(1888-1935)

Португальский поэт, прозаик, драматург, переводчик, мыслитель-эссеист, лидер и неоспоримый авторитет в кружках лиссабонского авангарда, ставший посмертно из непризнанного одиночки символом португальской словесности нового времени. Писал на португальском, английском и французском языках.

***

В вышине – луна.
О любовь, доколе
Мне стенать от боли?
Чем душа больна?..

Скорбный, бесприютный,
Я сожжен дотла...
Как луна тускла
Над равниной смутной...

Усмехнусь слегка,
Сердце успокою,
Сжатое тоскою
Так – издалека

Зов летит печальный
На короткий миг
О, бесплодный клик!
Кто ты, друг мой дальний?

Это – лунный свет
Умножает боли
Здесь, в земной юдоли –
И спасенья нет...

Горько и нелепо...
О, предел тоски -
Смыслу вопреки,
Пробираться слепо

Дебрями ума –
И страдать при этом.
Нежным лунным светом
Озарится тьма

Для того, кто сможет
Жить во имя сна:
Лишь его луна
Больше не встревожит.

ПОСЛЕ ЯРМАРКИ

Кто знает, чем гонимы –
Неверной ли мечтой,
Иль жаждой одержимы,
Иль верою пустой –
Идут шуты и мимы,
Звучит напев простой.

Бредут поодиночке,
Попарно и толпой –
Спешат без проволочки
Незнаемой тропой.
Кто первым вспомнит строчки,
Тот первым их и спой.

Пажи легенды бренной,
Поведанной не раз,
Уйдя в самозабвенный
Лирический экстаз,
Не знайте о Вселенной,
Не знающей о вас.

Луиш де Камоэнш
(1524-1580)

Португальский поэт, крупнейший представитель литературы Возрождения в Португалии XVI века, автор общепризнанного шедевра мировой литературы – национальной эпической поэмы "Лузиады", один из основоположников современного португальского языка.

Печальная, но бодрая заря,
Ты ласкова к бессонным и несчастным,
С их стонами и сетованьем страстным,
Так будь за то красой календаря.

Улыбками и красками пестря,
Ты вышла в мир веселым утром ясным
Наперекор тем призракам ужасным,
Что губят нас, все лучшее беря.

Ты видела, как два потока слёзных,
Согласные и, наконец, в ладу
Слились и струй уже не делят розных.

Ты слышала и повесть про беду:
Смирится жар в тисках ее морозных
И отдых даст томящимся в аду.

Ли Бо
(701-762)

Китайский поэт эпохи Тан. Известен и под именем Ли Тай-Бо.

НОЧЬЮ

Близ ложа моего огромная луна:
Земля, как инеем, вся осеребена.
Я поднимаю взор: смотрю на лунный свет.
Я опускаю взор: в мечтах – моя страна.

Ду Му
(803-853)

Китайский поэт эпохи Тан.

ПОЛНОЛУНИЕ В СЕРЕДИНЕ ОСЕНИ

Шар яшмовый луны накрыли облака,
Небесная Река безмолвна средь высот.
И эта жизнь, и ночь мне эта коротка –
Где снова я луну увижу через год?

РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Научная и образовательная литература:

Белецкий В.В. Очерки о движении космических тел. 2017. 432 с.
Белый Ю.А. Иоганн Кеплер (1571-1630): У истоков современной астрономии. 2018. 296 с
Берковичи Д. Происхождение всего от Большого взрыва до человеческой цивилизации. 2017. 202 с.
Бисноватый-Коган Г.С. Релятивистская астрофизика и физическая космология. 2016. 376 с.
Владимирский Б.М.Космическая погода и биосфера: История исследований и современность. 2017. 112 с.
Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Космологические возмущения. Инфляционная теория. 2016. 568 с.
Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. 2016. 616 с.
Дубкова С. Космос от Аристотеля до "Хаббла". 2016. 272 с.
Ефремов Ю.Н. Вглубь Вселенной: Звезды, галактики и мироздание. 2017. 502 с.
Каку М.Гиперпространство. Научная одиссея через параллельные миры, дыры во времени и десятое измерение. 2016. 502 с.
Кессельман В.С. Вся астрономия в одной книге 2017. 452 с.
Кудря Ю., Вавилова І. Позагалактична астрономія. Учбовий посібник. Київ: Наукова Думка, 2016. 344 с.
Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии. 2016. 704 с.
Лозинская Т.А.Взрывы звезд и звездный ветер в галактиках. 2016. 216 с.
Макграт А. Кто изобрел Вселенную? Страсти по божественной частице в адронном коллайдере и другие истории о науке, вере и сотворении мира. 2016. 352 с.
Мишенина Т.В. Галактика, ее строение и обогащение химическими элементами. 2017. 168 с.
Обридко В.Н., Рагульская М.В. (Ред.). Жизнь и Вселенная. Москва. 2017. 336 с.
Островский А.Б. Астрометрия. Учебная практика. Учебное пособие для вузов. 2017. 149 с.
Рей Х.Звезды.Новые очертания старых созвездий. 2017. 160 с.
Розенталь И.Л., Архангельская И.В. Геометрия, динамика, Вселенная. 2016. 200 с.
Руни Э.История астрономии: От карт звездного неба до пульсаров и черных дыр. 2017. 208 с.
Рэндалл Л.Темная материя и динозавры. Удивительная взаимосвязь событий во Вселенной. 2017. 508 с.
Сасскинд Л. Космический ландшафт. Теория струн и иллюзия разумного замысла Вселенной, 2016. 448 с.
Сурдин В.Г.Разведка далеких планет. 2017. 432 с.
Рябов М.І., Мурніков Б.О., Кабанова Т.І. Словник термінів з радіоастромії. Одеса. 2017.
Тарасов Л.В. Земля – беспокойная планета: Атмосфера, гидросфера, литосфера: Книга для школьников... и не только. 2017. 352 с.
Федоров А.Е. (Ред.). Система "Планета Земля": 120 лет со дня рождения и 75 лет со дня гибели Юрия Васильевича Кондратюка (Александра Игнатьевича Шаргея) (1897-1942). 2017. 528 с.
Фильченков М.Л., Лаптев Ю.П. Квантовая гравитация: От микромира к мегамиру. 2016. 304 с.
Шакура Н.И. (Ред.). Аккреционные процессы в астрофизике. 2016. 416 с.

Интернет-ресурсы изданий:

Издательство URSS (интернет-магазин), Москва: *http://URSS.ru/*
Издательство "Наука", Москва: *http://wwww.nauka.ru/*
Издательство "ФИЗМАТЛИТ", Москва: *http://www.fml.ru/*
Издательство Московского университета (интернет-магазин): *http://msupublishing.ru/*
Издательство Астропринт, Одесса: *http://www.astroprint.odessa.ua/*
Приобретение научно-популярной литературы в Редакции журнала: "Вселенная, Пространство, Время": *http:/ wselennaya.com/*
Информация на сайте: *www.universemagazine.com*

Образовательные интернет-ресурсы:

Астрономия в Санкт-Петербургском университете *http://www.astro.spbu.ru/?q=node/12*. Содержит большое число учебников, научных и научно-популярных книг в электронном формате, подготовленных сотрудниками кафедры астрофизики и астрономической обсерватории.

Раздел "Астрономическое образование" на сайте *http://www.astronet.ru/db/sect/1168516*

Популярные лекции сотрудников ГАИШ МГУ *http://www.sai.msu.ru/amateur/index.html*

Образовательные видеолекции на сайте *http://scientificrussia.ru/lectures*

Академия Google *http://scholar.google.com.ua/intl/ru/scholar/about.html*

Публикации научных статей по астрофизике в электронном формате *http://xxx.lanl.gov/archive/astro-ph*

Видеотека лекций известных ученых и лауреатов Нобелевских премий, организованных фондом "Династия" *http://elementy.ru/*

Астрономические учреждения России и Украины

Государственный Астрономический Институт им. П.К.Штернберга (ГАИШ) при МГУ *http://www.sai.msu.ru; http://www.astronet.ru*

Астрономия в Санкт-Петербургском ун-те *http://www.astro.spbu.ru/astro/win/index.html*

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория (ГАО РАН) *http://www.gao.spb.ru/*

Институт прикладной астрономии (ИПА РАН) *http://www.ipa.rssi.ru*

Астрокосмический центр Физического института РАН (АКЦ ФИАН) *http://sites.lebedev.ru/asc/; http://radioastron.ru/*

Пущинская радиоастрономическая обсерватория АКЦ ФИАН *http://www.prao.ru/*

Институт астрономии РАН *http://www.inasan.rssi.ru/*

Институт земного магнетизма и ионосферы РАН (ИЗМИРАН) *http://www.izmiran.rssi.ru/*

Институт Космических Исследований РАН *http://www.iki.rssi.ru/Welcome.html*

Институт Солнечно-Земной Физики РАН (г. Иркутск) *http://iszf.irk.ru/about.php*

Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН (САО) *http://www.sao.ru/*

Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН *http://www.ioffe.rssi.ru/*

Национальное космическое агентство Украины *http://www.nkau.gov.ua/nsau/nkau.nsf/indexR*

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины *http://www.mao.kiev.ua/*

Радиоастрономический институт НАН Украины *http://www.ira.kharkov.ua/*

Крымская астрофизическая обсерватория *http://www.crao.crimea.ua/old/index.html*

Николаевская астрономическая обсерватория *http://www.mao.nikolaev.ua/*

Астрономическая обсерватория Киевского ун-та *http://www.observ.univ.kiev.ua*

Астрономическая обсерватория Львовского ун-та *http://www.astro.franko.lviv.ua*

Астрономическая обсерватория Одесского ун-та *http://www.astro-observ..odessa.ua*

Астрономическая обсерватория Харьковского ун-та *http://www.univ.kharkov.ua/astron/*

Кафедра астрономии Киевского ун-та *http://space.univ.kiev.ua*

Кафедра астрономии Одесского ун-та *http://www.chair.astro-observ.odessa.ua*

Кафедра астрономии Харьковского ун-та *http://www.univ.kharkov.ua/astron/*

Одесский Планетарий *http://planetarium.chat.ru*

Астрономические общества

IAU–Международный астрономический союз *http://www.iau.org*

Европейское астрономическое общество *http://www.iap.fr/eas/index.html*

Украинская астрономическая ассоциация *http://www.uaa.astronomy.org.ua*

Евро-Азийское астрономическое общество *http://www.sai.msu.su/EAAS/rus/*

Астрокурьер – информационное издание Астрономического Общества *http://www.sai.msu.su/EAAS/rus/astrocourier/index.html*

Одесское астрономическое общество *www.astro-soc.onu.edu.ua*

Электронные астрономические сведения

Известия науки *http://www.inauka.ru/*

Открытый колледж по астрономии *http://www.college.ru/astronomy/*

Обзоры электронных е-принтов по астрофизике Астрономическая Научная Картинка Дня *http://www.astronet.ru/db/anka.html*

Астрогалактика *http://astrogalaxy.ru/index.html*

Элементы большой науки *http://elementy.ru*

Журнал Вселенная *http://www.wselennaya.com/; http://www.vselennaya.kiev.ua*

Сайт журнала “Новости Космонавтики” *http://www.novosti-kosmonavtiki.ru/*

Электронная библиотека астрономической литературы *http://astro-archive.prao.ru/books/books.php*

НАЗВАНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ СОЗВЕЗДИЙ И НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

СОЗВЕЗДИЯ

Для удобства ориентировки среди множества звезд небо разделено на участки разной формы, называемые созвездиями (всего их 88). В каждом созвездии наиболее яркие звезды образуют характерные фигуры, которые легко найти на небе. Созвездиям присвоены свои собственные названия, которые даны ниже в таблице в русском и сокращенном латинском вариантах. В скобках дано положение созвездия: с – северная, э – экваториальная, ю – южная части небесной сферы.

Андромеда	And	(с)
Близнецы	Gem	(с)
Большая Медведица	UMa	(с)
Большой Пес	CMa	(ю)
Весы	Lib	(ю)
Водолей	Aqr	(э)
Возничий	Aur	(с)
Волк	Lup	(ю)
Волопас	Boo	(с)
Волосы Вероники	Com	(с)
Ворон	Crv	(ю)
Геркулес	Her	(с)
Гидра	Hya	(э)
Голубь	Col	(ю)
Гончие Псы	CVn	(с)
Дева	Vir	(э)
Дельфин	Del	(с)
Дракон	Dra	(с)
Единорог	Mon	(э)
Жертвенник	Ara	(ю)
Живописец	Pic	(ю)
Жираф	Cam	(с)
Журавль	Gru	(ю)
Заяц	Lep	(ю)
Змееносец	Oph	(э)
Змея	Ser	(э)
Золотая Рыба	Dor	(ю)
Индеец	Ind	(ю)
Кассиопея	Cas	(с)
Киль	Car	(ю)
Кит	Cet	(э)
Козерог	Cap	(ю)
Компас	Pyx	(ю)
Корма	Pup	(ю)
Крест	Cru	(ю)
Лебедь	Cyg	(с)
Лев	Leo	(с)
Летучая Рыба	Vol	(ю)
Лира	Lyr	(с)
Лисичка	Vul	(с)
Малая Медведица	UMi	(с)
Малый Конь	Equ	(с)
Малый Лев	LMi	(с)
Малый Пес	CMi	(с)
Микроскоп	Mic	(ю)
Муха	Mus	(ю)
Насос	Ant	(ю)
Наугольник	Nor	(ю)
Овен	Ari	(с)
Октант	Oct	(ю)
Орел	Aql	(э)
Орион	Ori	(э)
Павлин	Pav	(ю)
Паруса	Vel	(ю)
Пегас	Peg	(с)
Персей	Per	(с)
Печь	For	(ю)
Райская Птица	Aps	(ю)
Рак	Cnc	(с)
Резец	Cae	(ю)
Рыбы	Psc	(э)
Рысь	Lyn	(с)
Северная Корона	CrB	(с)
Секстант	Sex	(э)
Сетка	Ret	(ю)
Скорпион	Sco	(ю)
Скульптор	Scl	(ю)
Столовая Гора	Men	(ю)
Стрела	Sge	(с)
Стрелец	Sgr	(ю)
Телескоп	Tel	(ю)
Телец	Tau	(с)
Треугольник	Tri	(с)
Тукан	Tuc	(ю)
Феникс	Phe	(ю)
Хамелеон	Cha	(ю)
Центавр	Cen	(ю)
Цефей	Cep	(с)
Циркуль	Cir	(ю)
Часы	Hor	(ю)
Чаша	Crt	(ю)
Щит	Sct	(э)
Эридан	Eri	(ю)
Южная Гидра	Hyi	(ю)
Южная Корона	CrA	(ю)
Южная Рыба	PsA	(ю)
Южный Треугольник	TrA	(ю)
Ящерица	Lac	(с)

Созвездия Зодиака

Зодиаком или зодиакальным кругом называют 12 созвездий, расположенных на небе вдоль эклиптики, то есть, того большого круга небесной сферы, вдоль которого перемещается Солнце при своем видимом годовом движении. На его пути лежит и созвездие Змееносца, которое к созвездиям Зодиака не относят.

Зодиакальные созвездия обозначаются особыми знаками.

Зодиакальные созвездия и их обозначения

Русск. назв.	Обознач.	Лат. назв.	Сокр. напис.	Русск. назв.	Обознач.	Лат. назв.	Сокр. напис.
Овен	♈	Aries	Ari	Весы	♎	Libra	Lib
Телец	♉	Taurus	Tau	Скорпион	♏	Scorpius	Sco
Близнецы	♊	Gemini	Gem	Стрелец	♐	Sagittarius	Sgr
Рак	♋	Cancer	Cnc	Козерог	♑	Capricornus	Cap
Лев	♌	Leo	Leo	Водолей	♒	Aquarius	Aqr
Дева	♍	Virgo	Vir	Рыбы	♓	Pisces	Psc

Некоторые астрономические обозначения

Для обозначения ярких звезд используются греческие буквы или цифры в сочетании с названием созвездия. Многие яркие звезды имеют собственные имена.

Солнце	☉	Сатурн	♄
Земля	⊕	Уран	♅
Луна	☽	Нептун	♆
Меркурий	☿	Плутон	♇ (♀)
Венера	♀	Комета	☄
Марс	♂	Звезда	✦
Юпитер	♃	Астероид №15	⑮

Греческий алфавит

альфа	A α	йота	I ι	ро	P ρ
бета	B β	каппа	K κ	сигма	Σ σ
гамма	Γ γ	лямбда	Λ λ	тау	T τ
дельта	Δ δ	мю	M μ	ипсилон	Y υ
эпсилон	E ε	ню	N ν	фи	Φ φ
дзета	Z ζ	кси	Ξ ξ	хи	X χ
эта	H η	омикрон	O ο	пси	Ψ ψ
тэта	Θ θ	пи	Π π	омега	Ω ω

ИСЧИСЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ И ЮЛИАНСКИХ ДАТ

Время (χρόνος), по древнегреческой мифологии, связано с воцарением на горе Олимп титана Кроноса (Хроноса), сменившего на троне богов своего отца Урана – первого из древнегреческих богов и властителя «безграничного и вечного неба». Тогда, якобы, в жизни людей появилось время и необходимость его отсчета. Все последующие события истории связаны временными интервалами и временной последовательностью. При этом время стали измерять годами, которые складываются в десятки, сотни, тысячи лет и более.

Для повседневной жизни главным мерилом времени является год, который делится на месяцы и сутки, а последние – на часы, минуты и секунды. Продолжительность года определяется по времени, затраченному Землей на полное прохождение своей орбиты вокруг Солнца. Момент окончания одного оборота Земли вокруг Солнца может быть отмечен по приходу Солнца в ту же точку среди звезд на небе, либо по приходу Солнца в точку весеннего равноденствия – одну из двух точек пересечения небесного экватора и эклиптики, вдоль которой движется Солнце.

Промежуток времени в первом случае называется *звездным годом* и имеет продолжительность в 365 суток 6 часов 9 минут и 10 секунд (365.25636 суток). Во втором случае год называется *настоящим*, либо *тропическим, годом* и составляет 365 суток 5 часов 48 минут 46 секунд (365.2422 суток). Видно, что звездный год длиннее тропического на 20 минут 24 секунды (0.0142 суток). Различие длительности этих годов вызвано эффектами прецессии, из-за которой точка весеннего равноденствия передвигается навстречу Солнцу на 50.243" в год.

Точки весеннего (обозначается ♈) и осеннего (♎) равноденствий Солнце проходит обычно 21 марта и 23 сентября, но из-за прецессии, а такжеиз-за вставки каждые 4 года 29 февраля, эти даты могут слегка меняться из года в год. Эти даты и определяют астрономические начала весны и осени (для северного полушария Земли). При прохождении этих точек склонение Солнца δ=0. А начало тропического года наступает тогда, когда прямое восхождение Солнца равно α=18ч40м и в 2017 году соответствует дате 0 января 2017 года в 3ч35м по всемирному времени.

Максимальное отклонение эклиптики, по которой движется Солнце, от экватора составляет +23°26.2' в день летнего солнцестояния, обычно 22 июня, и равно -23°26.2' в день зимнего солнцестояния, обычно 22 декабря. Солнце в эти дни как бы не меняет своей высоты («стоит») в течение нескольких дней над или под экватором, что и дало возможность назвать эти положения «солнцестоянием» светила. Эти же даты определяют начало астрономических лета (22 июня) и зимы (22 декабря).

Кроме этого, орбита нашей Земли эллиптическая, и поэтому относительное движение Солнца неравномерно в течение года. Так, на прохождение от точки весеннего до точки осеннего равноденствия Солнце тратит 186 дней, а от точки осеннего до точки весеннего равноденствия – 179 дней. Быстрее всего Солнце перемещается по эклиптике в начале января, когда оно ближе всего к Земле (скорость перемещения 61 минута дуги в сутки), а медленнее всего в начале июля со скоростью перемещения в 57 минут дуги в сутки.

Годичное изменение склонения Солнца определяется положением оси вращения Земли относительно плоскости эклиптики (угол между ними составляет 66°33.8'), и это приводит к смене сезонов года и высоте Солнца над горизонтом, различной для разных географических широт. Но этот угол временный, так как наклон оси вращения Земли очень медленно, с периодом около 40 тысяч лет, изменяется от 65° до 68°. То есть, на малых интервалах времени это незаметно, но при палеонтологических исследованиях должно быть учтено.

Определение времени является одной из основных задач астрономии и решается с использованием видимого суточного движения Солнца и звезд. С этим связано наличие двух систем счета времени: солнечного (T) и звездного (S) времени. В повседневной жизни мы используем “среднее” солнечное время: зимой – поясное $T_п$, летом – летнее $T_л$. Понятие “среднее время” предполагает, что Солнце якобы движется равномерно по небосводу. Тогда не надо учитывать все неравномерности в движении Солнца.

Для связи времени в разных странах в одну систему земная поверхность разбита на 24 часовых пояса (от 0-го до 23-го), протяженностью каждый в 15^0 по долготе, что соответствует 1 часу времени. Время “нулевого” часового пояса со средним меридианом, проходящим через Гринвичскую обсерваторию в Англии, называется всемирным временем T_0. Ввиду того, что Киев и Москва находятся во 2-м и 3-м часовых поясах, киевское время зимой $T_п = T_0 + 2$, а летом $T_л = T_0 + 3$, московское время не меняется зимой и летом $T_п = T_0 + 3$ (в часах).

В астрономии время определяется часовыми углами Солнца (солнечное) и точки весеннего равноденствия (звездное). Часовой угол Солнца – это угловое расстояние Солнца от меридиана места определения времени. Эта величина называется истинным солнечным временем $T_и$ и равна нулю в момент верхней кульминации Солнца, то есть в полдень. Истинное солнечное время меняется неравномерно и его заменяют понятием среднего солнечного времени $T_{ср} = T_и + \eta$, где поправка η называется уравнением времени.

Среднее время, дающее начало суток в полдень, неудобно и его увеличивают на 12 часов, что дает так называемое местное время $T_м = T_{ср} + 12$. А местное время $T_м$, определяемое для центрального меридиана часового пояса, называется поясным $T_п$. **В нашем календаре (ОАК) все события мы даем в киевском времени, кроме отдельно оговоренных случаев**.

Звездное время (S) используется для решения астрономических и навигационных задач. Местное звездное время $S_м$ определяется отдельно для каждого места наблюдения. Гринвичское звездное время S_0 определяется для гринвичского меридиана в ноль часов всемирного времени $T_0 = 0$. Связь же местного звездного времени $S_м$ со всемирным T_0 определяется формулой:

$$S_м = S_0 + 1.00274\ T_0 + \lambda,$$

где λ – географическая долгота места наблюдений, выраженная в часовой мере.

Знание широт и долгот любых других городов страны позволяет провести перерасчет времени наблюдения астрономических событий на другие места наблюдений. Как это делается, описано в разделе календаря на страницах 259-262. Там же даны географические долготы и широты городов Украины и Молдовы, необходимые для расчета местного звездного времени. Как пример, для Одессы географическая долгота в градусной и часовой мере равна $\lambda = 30^0 45'$ в.д.$= +2$ часа 03 минуты $= +2.05$ часа. Целая часть числа (2 часа) указывает на то, что Одесса находится во втором часовом поясе, опережая его время на дробную часть (на 3 минуты времени).

В астрономии принято также определять время в юлианских датах (J.D.), которые определяют непрерывность дат и времен в последовательности от принятого нуль-пункта 1 января 4713 года до н.э. по юлианскому календарю. В этой системе дата определяется целым числом, а время – его дробной частью, представляющей доли суток, отсчитываемые от полудня предыдущего дня. Ниже в таблице указаны номера дней в юлианских датах и описан метод их вычисления с приведением примера для даты 6 февраля 2018 года.

Юлианские даты (J.D.-2400000) на нулевое число каждого года

Годы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1900	15020	15385	15750	16115	16480	16846	17211	17576	17941	18307
1910	18672	19037	19402	19768	20133	20498	20863	21229	21594	21959
1920	22324	22690	23055	23420	23785	24151	24516	24881	25246	25612
1930	25977	26342	26707	27073	27438	27803	28168	28534	28899	29264
1940	29629	29995	30360	30725	31090	31456	31821	32186	32551	32917
1950	33282	33647	34012	34378	34743	35108	35473	35839	36204	36569
1960	36934	37300	37665	38030	38395	38761	39126	39491	39856	40222
1970	40587	40952	41317	41683	42048	42413	42778	43144	43509	43874
1980	44239	44605	44970	45335	45700	46066	46431	46796	47161	47527
1990	47892	48257	48622	48988	49353	49718	50083	50449	50814	51179
2000	51544	51910	52275	52640	53005	53371	53736	54101	54466	54832
2010	55197	55562	55927	56293	56658	57023	57388	57754	58119	58484
2020	58849	59215	59580	59945	60310	60676	61041	61406	61771	62137
2030	62502	62867	63232	63598	63963	64328	64693	65059	65424	65789
2040	66154	66520	66885	67250	67615	67981	68346	68711	69076	69442
2050	69807	70172	70537	70903	71268	71633	71998	72364	72729	73094

Количество дней между 0 числом года и каждого месяца

	янв.	фев.	мар.	апр.	май	июн.	июл.	авг.	сен.	окт.	ноя.	дек.
обычн.	0	31	59	90	120	151	181	212	243	273	304	334
висок.	0	31	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335

Как пример, вычислим в юлианских датах время наблюдения небесного объекта, выполненное 6 февраля 2018 года в 20 часов 30 минут 24 секунды киевского времени. Напомним, что это обычный год, и время – не летнее, а зимнее. Получим ряд чисел:

J.D.2400000+58119+31+6=2458156,

где 2400000 берем из заглавия таблицы 1, 58119 – нулевая дата 2018 года, 31 – нулевой день февраля месяца, 6 – дата наблюдения в феврале, взятая для обычного года. Остается только перевести часы, минуты и секунды в доли суток и добавить их как дробную часть к полученному числу.

Вспомним, что время наблюдения мы зафиксировали по киевскому времени, но в юлианской дате оно идет по всемирному времени. Поэтому вычитаем из него номер пояса (2 часа) и переводим его в счет юлианских дат, где начало суток происходит в полдень, то есть, вычитаем 12 часов. Итак, имеем время 20 часов 30 минут 24 секунды минус 2 часа минус 12 часов равняется 6 часов 30 минут 24 секунды. Переводим часы, минуты и секунды в доли суток и получаем число 0.2711. В итоге юлианская дата наблюдения равна 2458156.2711. Проверить вычисления можно, сравнив полученное число с данными таблицы на стр. 18, где во второй колонке приводятся юлианские даты на ноль часов всемирного времени. Пользуясь этой таблицей, можно контролировать свои вычисления юлианских дат наблюдений 2018 года.

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ РЕФРАКЦИЯ

Астрономическая рефракция вызывается преломлением света в земной атмосфере и приводит к изменению положения светила на небе, а также к заметному искажению формы дисков Солнца и Луны у горизонта. Свет от небесных светил, проходя через земную атмосферу, испытывает преломление и приходит к наблюдателю не по прямым, а по изогнутым линиям. Вследствие рефракции видимое зенитное расстояние светила уменьшается. Рефракция как бы приподнимает светило над горизонтом. Разность между истинным зенитным расстоянием светила и видимым (искаженным рефракцией) называется углом рефракции ρ_{ref}. Угол рефракции равен нулю в зените и возрастает с увеличением зенитного расстояния z. У самого горизонта угол рефракции растет с увеличением z настолько быстро, что нижний край дисков Солнца и Луны бывает приподнят на несколько минут дуги больше, чем верхний, и диск приобретает сплюснутую форму.

Рефракция оказывает влияние на моменты восхода и захода светил. Вследствие рефракции любое светило появляется над горизонтом еще до истинного восхода и остается видимым некоторое время после истинного захода. Поэтому в эфемеридах небесных светил моменты их восхода и захода приводятся с учетом рефракции.

Угол рефракции ρ_{ref} зависит как от зенитного угла z, так и от температуры воздуха t и атмосферного (барометрического) давления B. В таблицах приведены средняя рефракция ρ_{ref} (угол рефракции при температуре t=+10°C и барометрическом давлении B=760 мм.рт.ст.) и поправки к средней рефракции за температуру и за барометрическое давление. Если известна высота h светила над горизонтом, то его зенитное расстояние можно определить по формуле z=90°-h. Чтобы найти истинный угол рефракции, нужно к средней рефракции прибавить обе поправки.

Средняя рефракция
(при температуре t=+10°C и барометрическом давлении B=760 мм.рт.ст.)

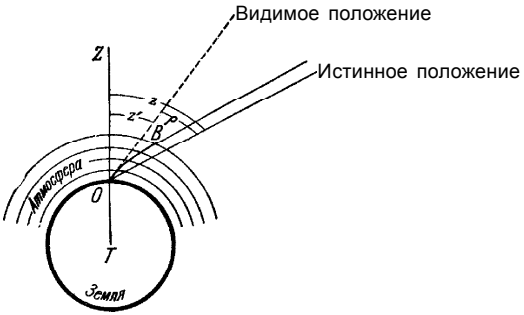
z °	ρ_{ref} ′ ″	z °	ρ_{ref} ′ ″	z °	ρ_{ref} ′ ″
0	0 00	55	1 23	80	5 18
5	0 05	60	1 40	81	5 52
10	0 10	65	2 04	82	6 32
15	0 16	70	2 38	83	7 23
20	0 21	72	2 57	84	8 28
25	0 27	74	3 20	85	9 51
30	0 34	75	3 33	86	11 45
35	0 41	76	3 49	87	14 22
40	0 49	77	4 06	88	18 18
45	0 58	78	4 27	89	24 37
50	1 09	79	4 50	90	35 24

Поправка за температуру воздуха *t*

*z**t*,°C	-20	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35
0°	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"
10	+1	+1	+1	+1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1
20	+3	+2	+2	+1	+1	0	0	0	-1	-1	-2	-2
30	+4	+3	+3	+2	+1	+1	0	-1	-1	-2	-3	-3
40	+6	+4	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-4
45	+7	+5	+5	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-4
50	+8	+6	+5	+4	+3	+1	0	-1	-3	-4	-5	-5
55	+10	+8	+6	+4	+3	+2	0	-2	-3	-4	-6	-6
60	+12	+10	+7	+5	+4	+2	0	-2	-4	-5	-7	-8
65	+15	+12	+10	+7	+5	+2	0	-2	-4	-6	-8	-10
70	+19	+15	+12	+9	+6	+3	0	-3	-5	-8	-10	-12
75	+26	+20	+16	+13	+8	+4	0	-4	-7	-11	-14	-17
80	+40	+32	+25	+19	+12	+6	0	-6	-11	-16	-22	-27

Поправка за барометрическое давление *B*

*z**B*, мм рт.ст.	720	730	740	750	760	770	780	790	800
0°	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"
10	-1	0	0	0	0	0	0	0	+1
20	-1	-1	0	0	0	0	0	+1	+1
30	-2	-1	-1	0	0	0	+1	+1	+2
40	-3	-2	-2	-1	0	+1	+2	+2	+3
45	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4
50	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4
55	-5	-4	-2	-1	0	+1	+2	+4	+5
60	-5	-4	-3	-1	0	+1	+3	+4	+5
65	-6	-5	-3	-2	0	+2	+3	+5	+6
70	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8
75	-11	-8	-6	-3	0	+3	+6	+8	+11
80	-17	-12	-8	-4	0	+4	+8	+12	+17



РАСЧЕТ ЭФЕМЕРИД ДЛЯ ДРУГИХ МЕСТ

Для пункта с географической широтой φ и географической долготой λ моменты T по киевскому времени восхода и захода Солнца, Луны и планет, а также начала и конца сумерек вычисляются по формуле:

$$T = t + \chi_\varphi + \chi_\lambda,$$

где t – табличный момент восхода ($t = t_в$) или захода ($t = t_з$) для Одессы, χ_φ – поправка за географическую широту и χ_λ – поправка за географическую долготу данного пункта.

В момент верхней кульминации $\chi_\varphi = 0$, и поэтому

$$T = t_к + \chi_\lambda.$$

Для восходов и заходов Солнца, Луны и планет в Украине поправка χ_φ может быть найдена из следующей таблицы:

Таблица 1

Поправки χ_φ за географическую широту места для моментов восхода и захода Солнца, Луны и планет

	Географическая широта φ										
A_0 °	44° м	45° м	46° м	47° м	48° м	49° м	50° м	51° м	52° м	53° м	A_0 °
40	-16.1	-9.9	-3.4	+3.5	+10.9	+18.8	+27.4	+36.7	+47.0	+58.6	140
45	-13.6	-8.4	-2.9	+2.9	+9.1	+15.6	+22.6	+30.1	+38.1	+46.9	135
50	-11.5	-7.0	-2.4	+2.5	+7.6	+13.0	+18.7	+24.8	+31.3	+38.3	130
55	-9.6	-5.9	-2.0	+2.1	+6.3	+10.8	+15.5	+20.5	+25.7	+31.3	125
60	-7.9	-4.9	-1.7	+1.7	+5.2	+8.8	+12.7	+16.7	+21.0	+25.5	120
65	-6.4	-3.9	-1.3	+1.4	+4.2	+7.1	+10.2	+13.4	+16.8	+20.4	115
70	-5.0	-3.1	-1.0	+1.1	+3.3	+5.5	+7.9	+10.4	+13.1	+15.8	110
75	-3.7	-2.3	-0.8	+0.8	+2.4	+4.1	+5.8	+7.7	+9.6	+11.6	105
80	-2.4	-1.5	-0.5	+0.5	+1.6	+2.7	+3.8	+5.0	+6.3	+7.6	100
85	-1.2	-0.7	-0.3	+0.3	+0.8	+1.3	+1.9	+2.5	+3.1	+3.8	95
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90

Здесь A_0 – азимут точки восхода или захода для Одессы (в качестве A_0 берется значение A из таблиц, содержащих эфемериды Солнца, Луны и планет). Поправка χ_φ имеет знак, указанный в таблице, для восхода при $A_0<90^o$ и для захода при $A_0>90^o$. Поправка χ_φ меняет знак на противоположный для восхода при $A_0>90^o$ и для захода при $A_0<90^o$.

Для моментов начала и конца гражданских, навигационных и астрономических сумерек в Украине поправка χ_φ может быть найдена из таблиц:

Таблица 2

Поправки χ_φ за географическую широту места для моментов начала и окончания гражданских сумерек

A_0	Географическая широта φ									
°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°
	м	м	м	м	м	м	м	м	м	м
55	+7.3	+4.4	+1.5	-1.5	-4.7	-8.1	-11.6	-15.2	-19.1	-23.2
60	+5.9	+3.6	+1.2	-1.2	-3.8	-6.5	-9.3	-12.3	-15.3	-18.6
65	+4.6	+2.8	+0.9	-1.0	-3.0	-5.0	-7.2	-9.5	-11.9	-14.4
70	+3.3	+2.0	+0.7	-0.7	-2.1	-3.6	-5.2	-6.9	-8.6	-10.4
75	+2.1	+1.3	+0.4	-0.4	-1.4	-2.3	-3.3	-4.3	-5.4	-6.5
80	+0.9	+0.5	+0.2	-0.2	-0.6	-1.0	-1.4	-1.8	-2.3	-2.8
85	-0.3	-0.2	-0.1	+0.1	+0.2	+0.4	+0.5	+0.7	+0.8	+1.0
90	-1.5	-0.9	-0.3	+0.3	+1.0	+1.7	+2.4	+3.2	+4.0	+4.8
95	-2.8	-1.7	-0.6	+0.6	+1.8	+3.1	+4.4	+5.8	+7.2	+8.7
100	-4.1	-2.5	-0.9	+0.9	+2.7	+4.5	+6.5	+8.5	+10.7	+12.9
105	-5.5	-3.4	-1.1	+1.2	+3.6	+6.1	+8.7	+11.5	+14.4	+17.4
110	-7.0	-4.3	-1.5	+1.5	+4.6	+7.8	+11.2	+14.7	+18.5	+22.4
115	-8.7	-5.3	-1.8	+1.9	+5.7	+9.7	+14.0	+18.5	+23.2	+28.2
120	-10.6	-6.5	-2.2	+2.3	+7.0	+12.0	+17.3	+22.8	+28.8	+35.1
125	-12.9	-7.9	-2.7	+2.8	+8.6	+14.7	+21.3	+28.3	+35.8	+44.0

Таблица 3

Поправки χ_φ за географическую широту места для моментов начала и окончания навигационных сумерек

A_0	Географическая широта φ									
°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°
	м	м	м	м	м	м	м	м	м	м
55	+5.4	+3.3	+1.1	-1.1	-3.5	-5.9	-8.5	-11.2	-14.0	-16.9
60	+4.1	+2.5	+0.9	-0.9	-2.7	-4.6	-6.5	-8.6	-10.7	-13.0
65	+2.9	+1.8	+0.6	-0.6	-1.9	-3.2	-4.6	-6.1	-7.6	-9.2
70	+1.8	+1.1	+0.4	-0.4	-1.1	-1.9	-2.8	-3.6	-4.5	-5.5
75	+0.6	+0.3	+0.1	-0.1	-0.4	-0.6	-0.9	-1.2	-1.4	-1.7
80	-0.6	-0.4	-0.1	+0.1	+0.4	+0.7	+1.0	+1.3	+1.7	+2.0
85	-1.9	-1.2	-0.4	+0.4	+1.2	+2.1	+3.0	+3.9	+4.9	+5.9
90	-3.2	-1.9	-0.7	+0.7	+2.1	+3.5	+5.0	+6.6	+8.2	+9.9
95	-4.6	-2.8	-0.9	+1.0	+3.0	+5.0	+7.2	+9.4	+11.8	+14.3
100	-6.1	-3.7	-1.3	+1.3	+3.9	+6.7	+9.6	+12.6	+15.8	+19.1
105	-7.7	-4.7	-1.6	+1.6	+5.0	+8.6	+12.3	+16.2	+20.3	+24.7
110	-9.6	-5.9	-2.0	+2.1	+6.3	+10.8	+15.5	+20.5	+25.7	+31.4
115	-11.9	-7.3	-2.5	+2.6	+7.9	+13.5	+19.4	+25.8	+32.6	+39.9
120	-14.7	-9.0	-3.1	+3.2	+9.9	+17.0	+24.7	+32.9	+41.9	+51.9
125	-18.5	-11.4	-3.9	+4.1	+12.7	+22.1	+32.5	+44.0	+57.2	+72.5

Таблица 4

Поправки χ_φ за географическую широту места для моментов начала и окончания астрономических сумерек

	Географическая широта φ									
A_0 °	44° м	45° м	46° м	47° м	48° м	49° м	50° м	51° м	52° м	53° м
55	+3.7	+2.3	+0.8	-0.8	-2.4	-4.1	-5.9	-7.7	-9.7	-11.7
60	+2.6	+1.6	+0.5	-0.5	-1.7	-2.8	-4.1	-5.3	-6.7	-8.0
65	+1.4	+0.9	+0.3	-0.3	-0.9	-1.6	-2.2	-2.9	-3.7	-4.4
70	+0.2	+0.1	+0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7
75	-1.0	-0.6	-0.2	+0.2	+0.6	+1.1	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0
80	-2.2	-1.4	-0.5	+0.5	+1.4	+2.5	+3.5	+4.6	+5.8	+7.0
85	-3.6	-2.2	-0.7	+0.8	+2.3	+3.9	+5.6	+7.4	+9.3	+11.2
90	-5.0	-3.1	-1.0	+1.1	+3.3	+5.6	+8.0	+10.5	+13.1	+15.8
95	-6.6	-4.1	-1.4	+1.4	+4.3	+7.4	+10.5	+13.9	+17.4	+21.1
100	-8.5	-5.2	-1.8	+1.8	+5.5	+9.5	+13.6	+17.9	+22.5	+27.4
105	-10.7	-6.5	-2.2	+2.3	+7.0	+12.0	+17.3	+22.9	+28.9	+35.2
110	-13.4	-8.2	-2.8	+2.9	+8.9	+15.4	+22.2	+29.6	+37.5	+46.1
115	-17.1	-10.6	-3.6	+3.8	+11.7	+20.2	+29.6	+39.8	+51.3	+64.3
120	-22.9	-14.3	-5.0	+5.2	+16.4	+29.0	+43.6	+61.1	+83.9	+123.6
125	-34.8	-22.3	-8.0	+8.9	+30.3	+63.4	–	–	–	–

Здесь A_0 – азимут точки восхода или захода Солнца для Одессы. Поправка c_j имеет знак, указанный в таблицах, для конца вечерних сумерек и меняет знак на противоположный для начала утренних сумерек. Прочерки в таблице поправки для астрономических сумерек означают, что эти сумерки продолжаются всю ночь.

Для второго часового пояса поправка χ_λ может быть найдена из таблицы:

Таблица 5

Поправки χ_λ за географическую долготу места для моментов восхода, захода и кульминации Солнца, Луны и планет, а также начала и окончания сумерек

	Географическая долгота λ									
$\Delta\alpha$ ч/сут	22° м	24° м	26° м	28° м	30° м	32° м	34° м	36° м	38° м	40° м
-0.1	+34.8	+26.8	+18.9	+10.9	+3.0	-5.0	-12.9	-20.9	-28.8	-36.7
0.0	+34.9	+26.9	+18.9	+11.0	+3.0	-5.0	-13.0	-20.9	-28.9	-36.9
+0.1	+35.1	+27.0	+19.0	+11.0	+3.0	-5.0	-13.0	-21.0	-29.0	-37.1
+0.2	+35.2	+27.2	+19.1	+11.1	+3.0	-5.0	-13.1	-21.1	-29.2	-37.2
+0.3	+35.3	+27.3	+19.2	+11.1	+3.0	-5.0	-13.1	-21.2	-29.3	-37.4
+0.4	+35.5	+27.4	+19.3	+11.2	+3.0	-5.1	-13.2	-21.3	-29.4	-37.5
+0.5	+35.6	+27.5	+19.4	+11.2	+3.1	-5.1	-13.2	-21.4	-29.5	-37.7
+0.6	+35.8	+27.6	+19.4	+11.3	+3.1	-5.1	-13.3	-21.5	-29.7	-37.8
+0.7	+36.0	+27.7	+19.5	+11.3	+3.1	-5.1	-13.4	-21.6	-29.8	-38.0
+0.8	+36.1	+27.9	+19.6	+11.3	+3.1	-5.2	-13.4	-21.7	-29.9	-38.2
+0.9	+36.3	+28.0	+19.7	+11.4	+3.1	-5.2	-13.5	-21.8	-30.0	-38.3
+1.0	+36.4	+28.1	+19.8	+11.4	+3.1	-5.2	-13.5	-21.9	-30.2	-38.5
+1.1	+36.6	+28.2	+19.9	+11.5	+3.1	-5.2	-13.6	-21.9	-30.3	-38.7
+1.2	+36.7	+28.3	+19.9	+11.5	+3.1	-5.2	-13.6	-22.0	-30.4	-38.8

Здесь $\Delta\alpha$ – изменение прямого восхождения Солнца, Луны или планеты за сутки, выраженное в часах. Суточное изменение прямого восхождения $\Delta\alpha$ берется из соответствующих эфемерид как разность прямых восхождений между двумя последовательными моментами времени, деленная на интервал времени между ними, выраженный в сутках. Для Солнца и Луны значение $\Delta\alpha$ всегда положительно. Знак величины $\Delta\alpha$ для планет зависит от характера их видимого движения по небесной сфере: положительный при прямом движении планеты и отрицательный при ее попятном движении. При вычислении поправки χ_λ для моментов начала и конца сумерек в таблицу следует подставлять $\Delta\alpha$ для Солнца.

Если пункт находится во втором часовом поясе, то для Солнца и сумерек с точностью, достаточной для любительских наблюдений, вместо использования таблицы поправок χ_λ можно считать, что $\chi_\lambda = \Delta\lambda$, где $\Delta\lambda = \lambda_0 - \lambda$ – разность долгот, выраженная в минутах времени; λ_0 – долгота Одессы. Для Луны и планет, если высокая точность не нужна или разность долгот $\Delta\lambda$ небольшая (менее 10 минут), в пределах второго часового пояса также можно приближенно считать, что $\chi_\lambda = \Delta\lambda$.

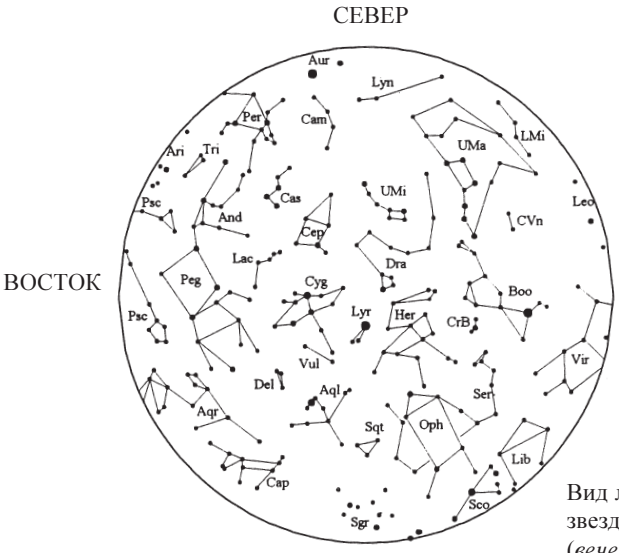
Для пункта, расположенного во втором часовом поясе, но за пределами Украины, от киевского времени T следует перейти к гражданскому времени, принятому в этой стране.

Географические координаты и разности долгот $\Delta\lambda$ для центров крупнейших населенных пунктов Украины,Молдовы и Приднестровья можно найти из таблицы:

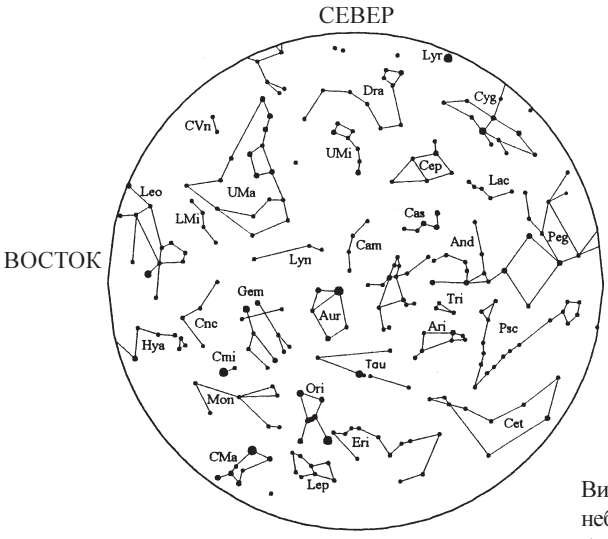
Пункт	φ o	λ o	Δλ м	Пункт	φ o	λ o	Δλ м
Винница	49.2	28.4	+9	Одесса	46.5	30.75	0
Днепр	48.5	35.0	-17	Полтава	49.6	34.6	-15
Донецк	48.0	37.8	-28	Ровно	50.6	26.1	+18
Житомир	50.3	28.7	+8	Севастополь	44.6	33.5	-11
Запорожье	47.8	35.2	-18	Симферополь	45.0	34.1	-13
Ивано-Франковск	48.9	24.7	+24	Сумы	50.9	34.8	-16
Измаил	45.3	28.8	+8	Тернополь	49.6	25.6	+21
Киев	50.5	30.5	+1	Тирасполь	46.8	29.6	+5
Кропивницкий	48.4	32.2	-6	Ужгород	48.6	22.4	+33
Кишинев	47.0	28.8	+8	Харьков	50.0	36.25	-22
Луганск	48.5	39.3	-34	Херсон	46.6	32.6	-7
Луцк	50.8	25.3	+22	Хмельницкий	49.4	27.0	+15
Львов	49.8	24.0	+27	Черкассы	49.5	32.1	-5
Мариуполь	47.1	37.6	-27	Чернигов	51.5	31.3	-2
Николаев	47.0	32.0	-5	Черновцы	48.3	25.9	+19

Для указанных пунктов поправки χ_φ могут быть найдены интерполированием.

ВИД ЗВЕЗДНОГО НЕБА НА ЮГЕ УКРАИНЫ

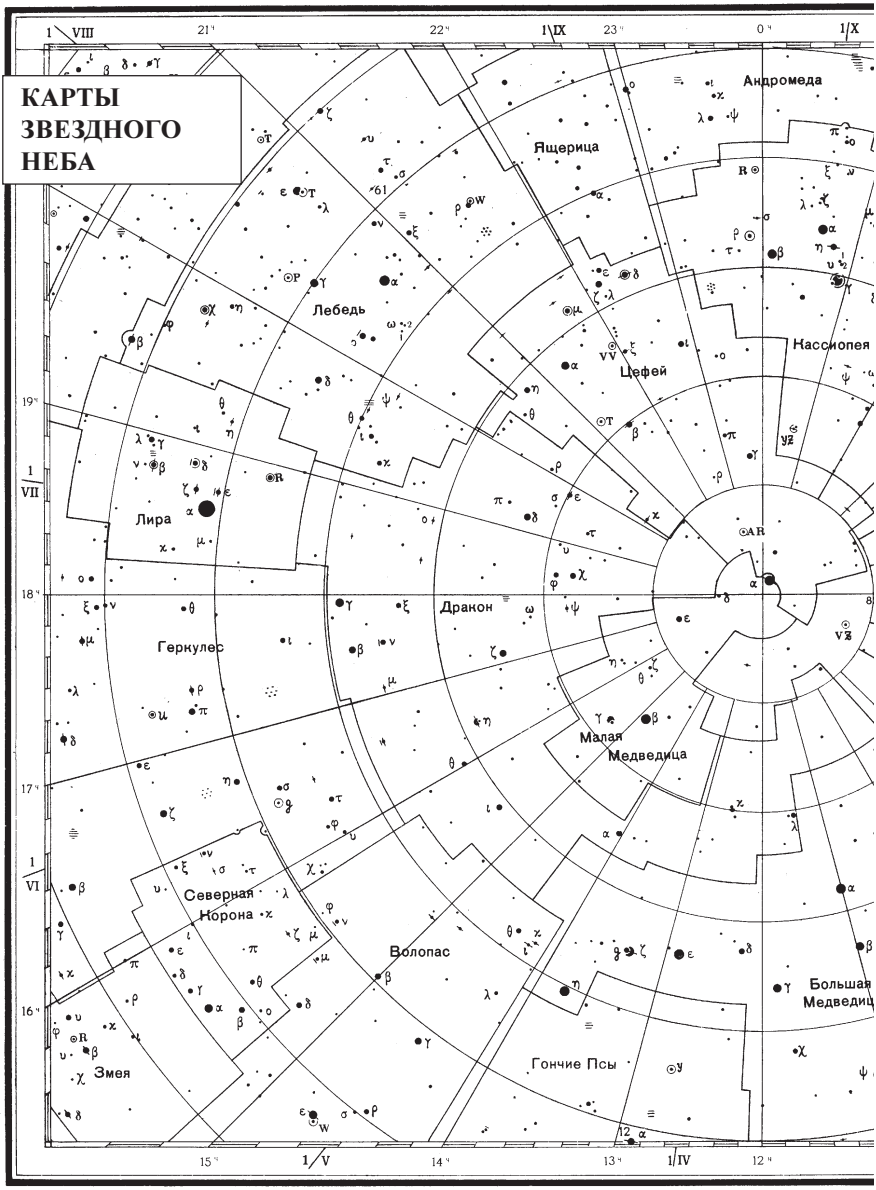


Вид летнего звездного неба (*вечер*).

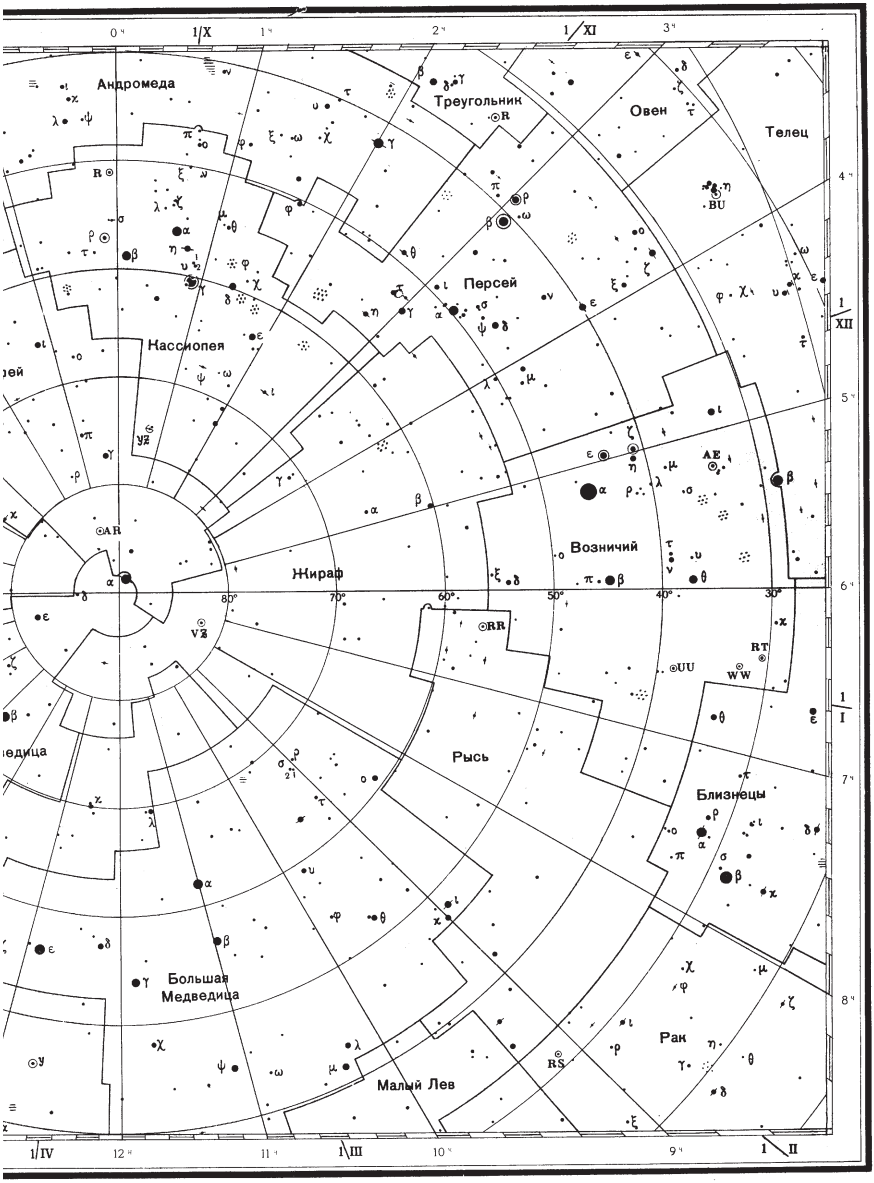


Вид звездного неба зимой *(вечер)*.

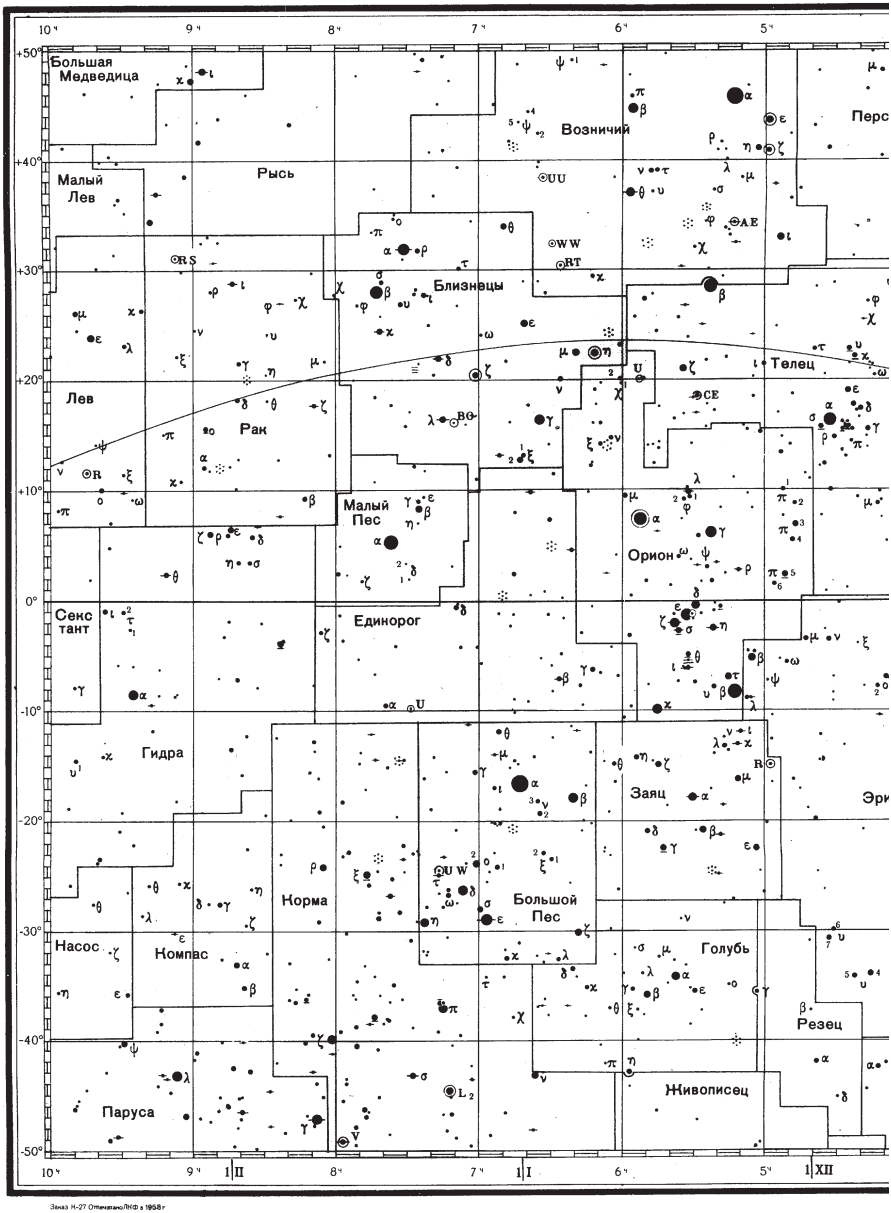
КАРТЫ ЗВЕЗДНОГО НЕБА



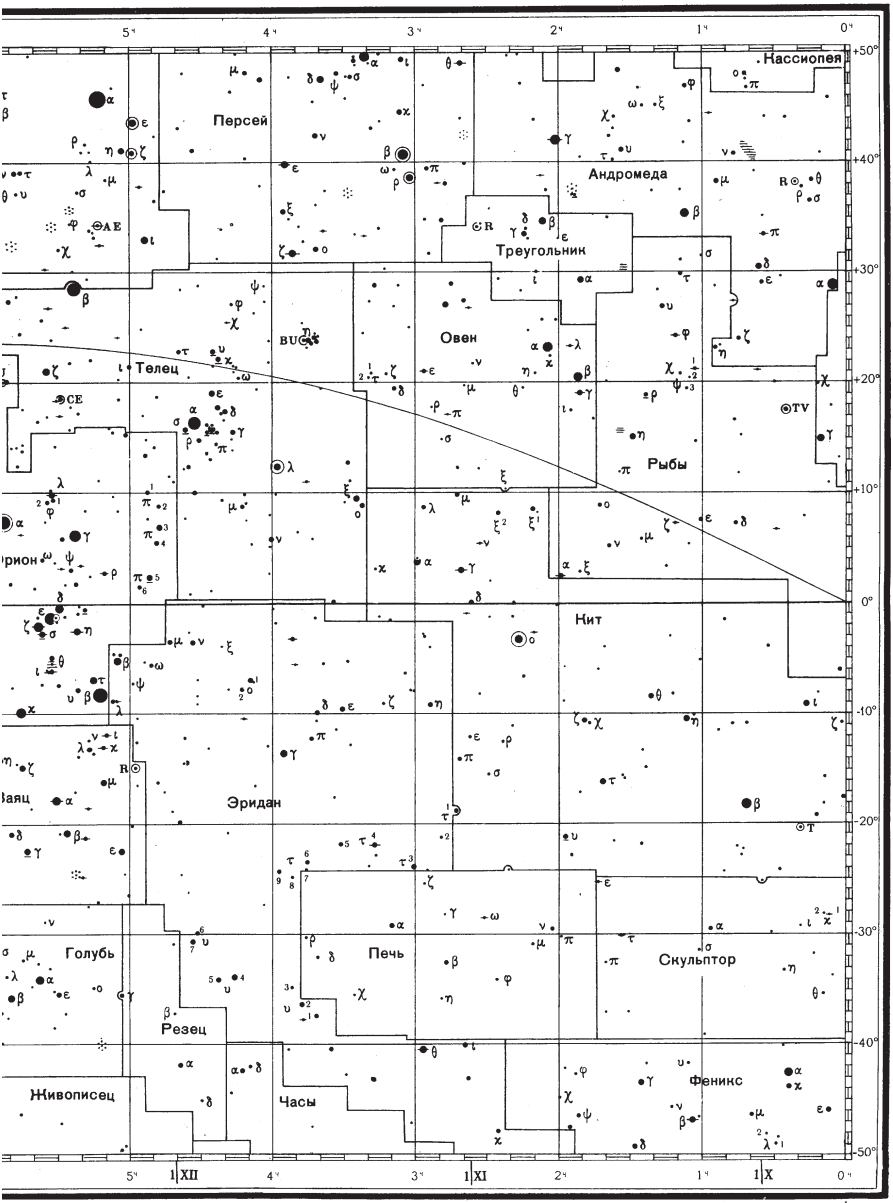
Вел. 0 1 2 3 4



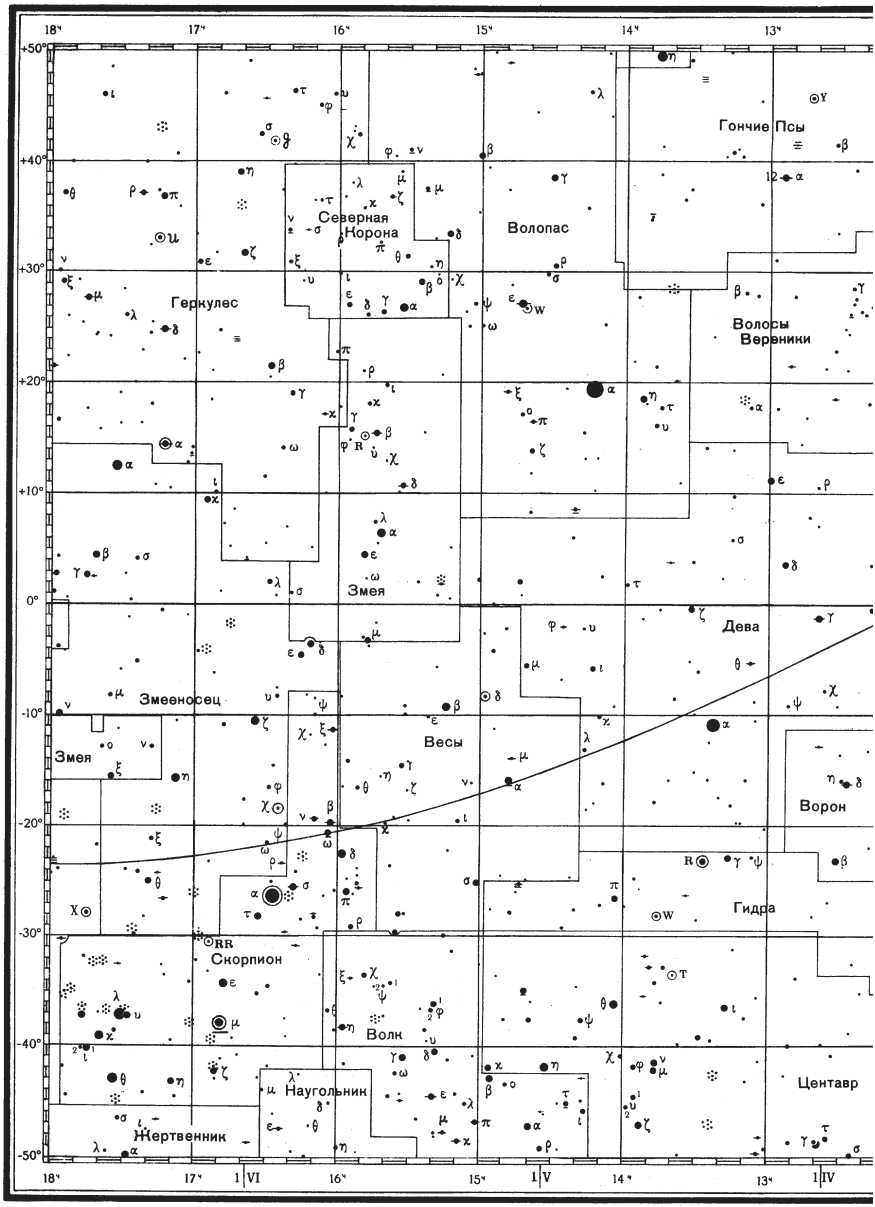
3 4 5 пер. дв. бл. скоп. тум.

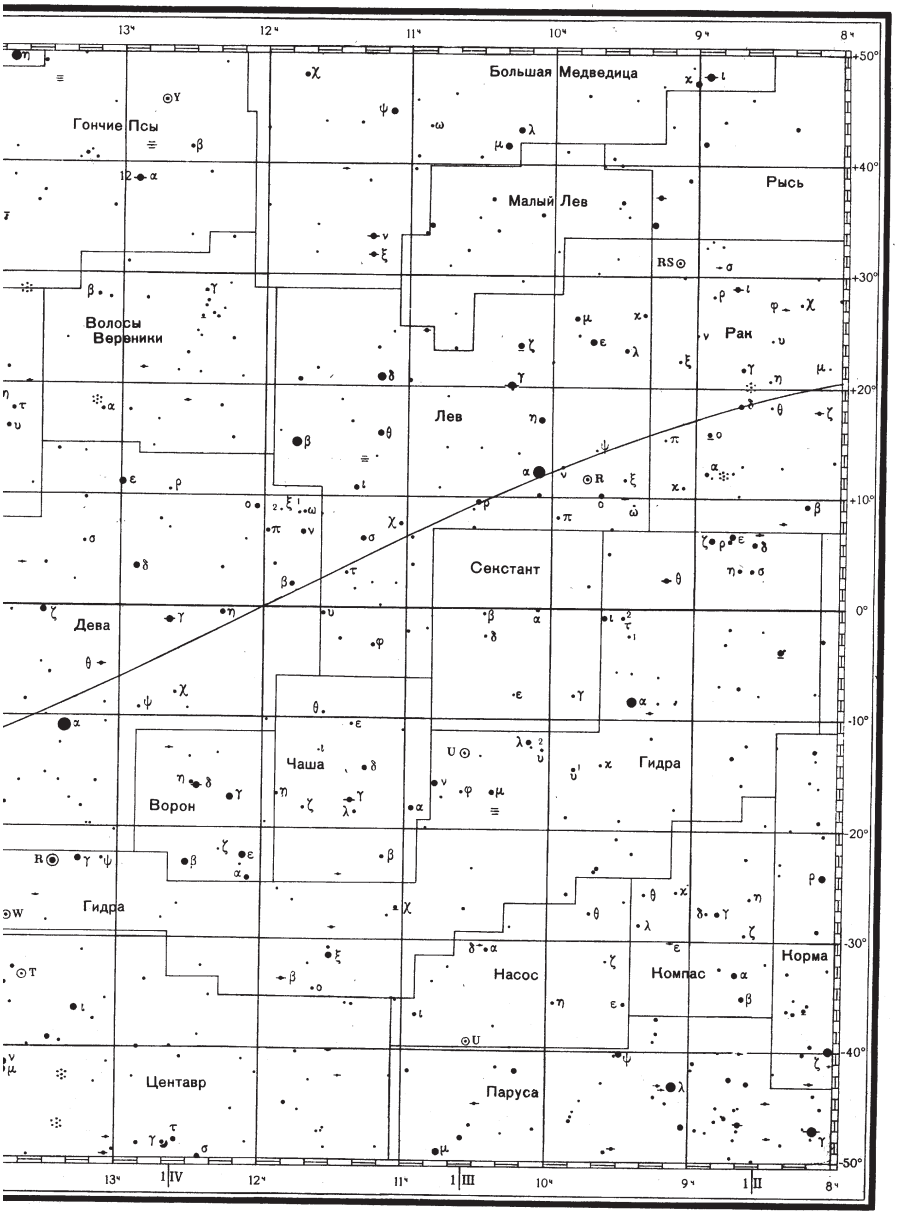


Заказ К-27 Отпечатано ЛКФ в 1958 г.

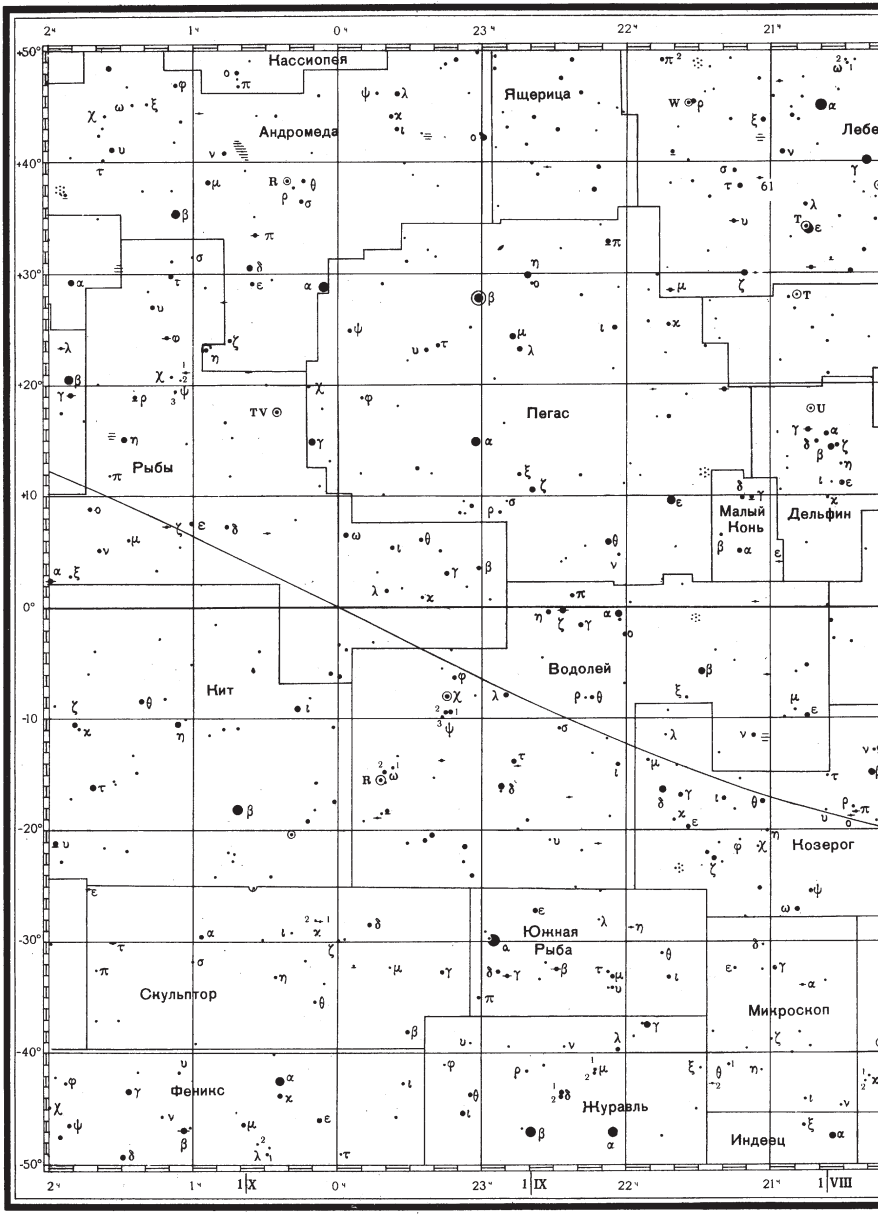


3 *4* *5* *пер.* *дв.* *бл.* *скоп.* *тум.*

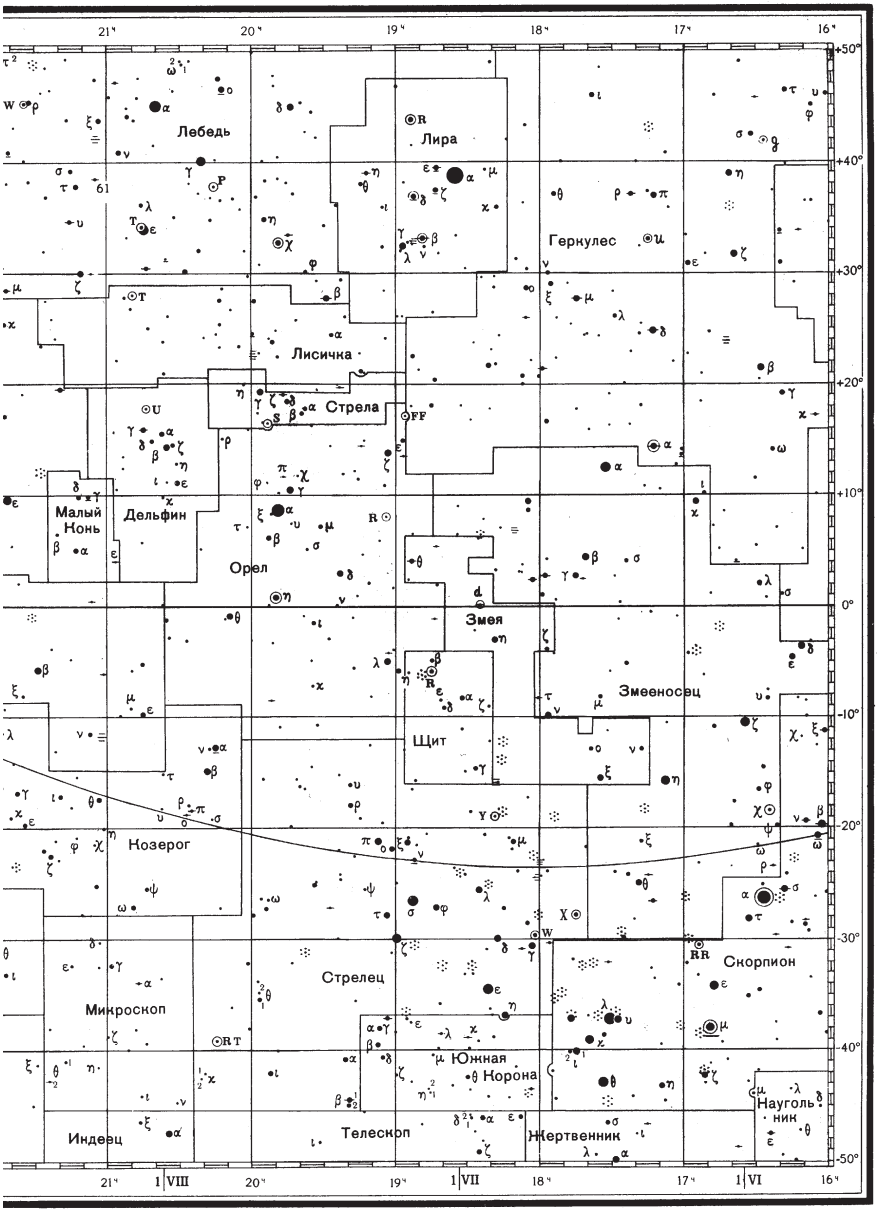

18ч
17ч
16ч
15ч
14ч
13ч
+50°
+40°
+30°
+20°
+10°
0°
-10°
-20°
-30°
-40°
-50°
1 VI
1 V
1 IV
Гончие Псы
Северная Корона
Волопас
Геркулес
Волосы Вероники
Змея
Дева
Змееносец
Весы
Ворон
Гидра
Скорпион
Волк
Наугольник
Жертвенник
Центавр
Вел.
0
1
2
3
4



4 5 пер. дв. бл. скоп. тум.


Кассиопея
Ящерица
Андромеда
Лебе
Пегас
Рыбы
Малый Конь
Дельфин
Водолей
Кит
Козерог
Южная Рыба
Скульптор
Микроскоп
Феникс
Журавль
Индеец
2ч
1ч
0ч
23ч
22ч
21ч
+50°
+40°
+30°
+20°
+10
0°
-10
-20°
-30°
-40°
-50°
1|X
1|IX
1|VIII

Вел. 0 1 2 3 4



4 5 пер. дв. бл. скоп. тум.

Одеський астрономічний календар (ОАК-2018) призначений для широкого кола читачів: від школярів до астрономів-професіоналів. Надані в ньому відомості стануть в нагоді також пересічним громадянам, адвокатам, слідчим, яким треба знати час сходу та заходу Сонця, Місяця та початку сутінків, вчителям шкіл різного рівня для викладання астрономії і проведення практичних занять, а також студентам коледжів, вищих навчальних закладів. Багато корисного тут знайдуть аматори астрономії, усі, хто цікавиться проблемами астрономії та використанням астрономічних даних. Астрономи-професіонали можуть застосовувати календар як посібник-довідник.

До календаря (ОАК-2018), крім опису основних астрономічних явищ року і таблиць, що визначають положення небесних світил на небі і час спостережень астрономічних явищ, увійшли також науково-популярні нариси з цікавих питань астрономії та ювілейні матеріали. Цей випуск календаря продовжує традицію і присвячено одній з найцікавіших проблем – зорям, навколо яких може виникнути біологічне життя.

Науково-популярне видання

ОДЕСЬКИЙ АСТРОНОМІЧНИЙ КАЛЕНДАР 2018

Випуск 19

Збірник науково-популярних статей

Російською мовою

Зав. редакцією *Т. М. Забанова*
Технічний редактор *М. І. Кошкін*
Комп'ютерна верстка *С. Л. Страхова*
Коректори *Т. І. Кабанова, Б. О. Мурніков*

Підписано до друку 21.11.2017.
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Гарнітура «Таймс». Друк офсетний.
Ум.-друк. арк. 15,81. Тираж 1000 прим. Зам. № 613 (134).

Надруковано з готового оригінал-макета
Видавництво і друкарня "Астропринт"
65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21.
Тел.: (0482) 37-07-95, 37-14-25, 33-07-17
e-mail: astro_print@ukr.net
www.astroprint.ua, www.stranichka.in.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №1373 від 28.05.2003 р.