

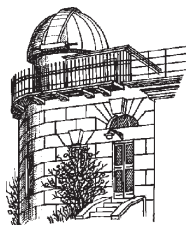
Астрономическая обсерватория
Одесского национального университета
имени И.И.Мечникова

ОДЕССКИЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

2012



Выпуск 13
Издается с 1919 года (возобновлен в 1999 г.)



Одесса
“Астропринт”
2011

ББК 22.6(4Укр-4Од)я43

О-417

УДК 521/524:529(477.74)(066)

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, **Н. И. Кошкин**, канд. физ.-мат. наук, **О. Е. Мандель**, 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, astro@paco.odessa.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. – С.-Пб.: Т-во «Просвещение», 1904.

Одесский астрономический календарь: 2012: [сб. науч. ст.] /
О-417 **Астрономическая обсерватория Одес. нац. ун-та имени И.И.Меч-**
никова; ред.кол.: В.Г.Каретников (глав. ред.) и др. –
Вып. 1 (1919). – Одесса: Астропринт, 2011. – Вып. 13. – 264 с.

Одесский астрономический календарь (ОАК-2012) предназначен для широкого круга читателей, начиная со школьников и кончая астрономами-профессионалами. Приведенные в нем сведения могут пригодиться также простым гражданам, адвокатам и следователям, нуждающимся в определении 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-2012), 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 посвящен одной из важнейших проблем астрофизики – природе переменных звезд. Ей предполагается посвятить несколько последующих выпусков календаря, где мы опишем свойства переменных звезд, начав с самых эволюционно молодых объектов.

The Odessa Astronomical Calendar (OAC-2012) 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 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. Present issue is devoted to the one of the most important topics of astrophysics – the nature of variable stars. We also plan to consider this problem in several following issues, where we are going to describe the properties of variables from evolutionary most young objects to the stars situated at the advanced evolutionary stages.

© Одесская астрономическая обсерватория, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Предисловие (В.Г.Каретников)	4
Табель-календарь на 2012 год (Н.И.Кошкин)	5
Основные термины и обозначения (В.Г.Каретников)	6
Явления и события 2012 года (В.В.Михальчук)	7
История календаря: календарь советского периода (М.Ю.Волянская)	9

СОЛНЦЕ И ЛУНА

Эфемериды Солнца и Луны (А.А.Базей)	12
Начало и окончание сумерек (А.А.Базей)	38
Затмения Солнца и Луны (В.В.Михальчук)	44
Диаграмма видимости небесных тел (Н.И.Кошкин)	49
Фазы Луны в 2012 году (Н.И.Кошкин)	50

ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Большие планеты (В.В.Михальчук)	51
Спутники больших планет (В.В.Михальчук)	78
Планеты-карлики и малые тела (Н.И.Кошкин)	92
Прохождение комет через перигелий в 2012 году (К.И.Чурюмов)	103
Метеоры и метеорные потоки 2012 года (А.К.Маркина)	111

ЗВЕЗДЫ И ГАЛАКТИКИ

Яркие звезды и их видимые места (В.В.Ковтюх, Н.В.Базей)	118
Кратные звезды: визуально-двойные звезды (В.Г.Каретников)	128
Переменные звезды (И.Л.Андронов)	133
Наша Галактика (Т.В.Мишенина)	140
Мир за пределами Галактики (А.В.Ющенко)	147

ПОПУЛЯРНЫЕ ОЧЕРКИ

Классификация переменных звезд на ранней стадии эволюции (Н.Н.Самусь) ..	151
Молодые переменные звезды типов Т Тау, FU Ori, Ae/Be Хербига (В.П.Гринин)	156
Вспыхивающие звезды типа UV Кита и родственные объекты (Р.Е.Гершберг)	161
Пульсирующие звезды Главной последовательности (А.А.Памятных)	184
Химически пекулярные звезды (Т.А.Рябчикова)	191

НОВОСТИ АСТРОНОМИИ

Новости астрономии и космонавтики (М.И.Рябов)	199
140-летие Одесской астрономической обсерватории (С.М.Андриевский, А.В.Драгунова)	205
XI Международная Гамова конференция-школа (М.И.Рябов)	207
Памятные даты астрономии в 2012 году (Б.А.Мурников)	209
100-летние юбилеи отечественных ученых (В.Г.Каретников)	213

ПРИЛОЖЕНИЕ

15 Международная астрономическая олимпиада (М.Г.Гаврилов, И.В.Сальников, С.М.Андриевский)	229
Астрономические артефакты: забытые созвездия (В.А.Позигун, Б.А.Мурников) ...	231
В гостях у музы Урании (Т.В.Мишенина)	236
Абитуриентам и любителям астрономии (С.М.Андриевский)	242
Рекомендованные литература и интернет-ресурсы (М.И.Рябов)	243

ПОСТОЯННАЯ ЧАСТЬ

Названия и обозначения созвездий и небесных тел (М.Ю.Волянская)	245
Исчисление времени и юлианских дат (В.Г.Каретников, И.Л.Андронов) ...	247
Астрономическая рефракция (В.В.Михальчук)	249
Расчет эфемерид для других мест (В.В.Михальчук)	251
Вид и карты звездного неба (Н.И.Кошкин)	255

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий выпуск «Одесского астрономического календаря» на 2012 год (ОАК-2012) является 13-м выпуском возрожденного одноименного издания, которое выпускалось Астрономической обсерваторией Императорского Новороссийского (ныне Одесского национального) университета в 1919-1924 годах.

Этот выпуск продолжает традицию постоянного обновления содержания и посвящения календаря одной из важнейших проблем астрофизики – природе переменных звезд. Очерки по этим вопросам написали видные ученые, специалисты по этой тематике из Москвы, Санкт-Петербурга и Крыма.

Как следует из астрофизических исследований, звезды – кирпичики мироздания, дающие энергию и обогащающие Вселенную химическими элементами. Все они на разных стадиях своего развития проходят этапы нестабильности и показывают разную переменность блеска, то есть становятся переменными звездами.

Уже постоянной также стала рубрика, посвященная видным ученым астрономам бывшего СССР, которым в 2012 году исполнилось бы 100 лет. Два из них родились в Прибалтике, три в России и один на Украине. Наша память о людях, создавших основы, на которых базируется современная астрономия, священна.

«ОАК-2012» предназначен для удовлетворения запросов широкого круга читателей и любителей астрономии. Цель календаря состоит в обеспечении интересующегося читателя сведениями об астрономических явлениях 2012 года, видимых невооруженным глазом, либо с применением небольших оптических приборов.

Календарь ОАК-2012 может компенсировать преподавателям астрономии нехватку учебников по астрономии. Особенно полезен он при проведении практических занятий. Выпуск также позволяет узнать имена создателей отечественной астрономии, их жизненный путь и вклад в науку.

Материалы календаря подготовлены членами одесских: астрономического общества, кафедры астрономии, астрономической обсерватории. Мы благодарны нашим соавторам – сотрудникам других астрономических учреждений, приславшим свои очерки и воспоминания.

Коллектив редколлегии «ОАК-2012» 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,
редколлегия Одесского астрономического календаря,
тел. (048)-7-220396, эл.-адрес: astro@paco.odessa.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.

2012

Январь

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

Февраль

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

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. ($3,086 \cdot 10^7$ 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.
- Эфемериды* – 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_n – поясное время (в Одессе $T_n = T_0 + 2$ часа), T_a – летнее время ($T_a = T_0 + 3$ часа).
- t – поясное время восходов (t_v), кульминаций (t_k), заходов (t_z) небесных тел.
- τ – продолжительность видимости небесного тела в часовой мере.
- η – уравнение времени, разное 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 ($\lambda_0 = 30.7^\circ$ для Одессы).
- φ – географическая широта места наблюдений ($\varphi_0 = +46.5^\circ$ для Одессы).
- 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 2012 ГОДА

**Тропический год 2012.0 начинается 0 января 2012 года в 0ч32м
(0 января 2012 года в 22ч32м по всемирному времени T_0)**

Моменты всех явлений в данном выпуске календаря приведены по киевскому (поясному и летнему) времени, действующему на территории Украины. При применении иного времени дано соответствующее указание. Летнее время вводится 25 марта и отменяется 28 октября 2012 года. Если в 2012 году переход на летнее время в Украине будет отменен, моменты всех явлений в течение указанного периода следует уменьшить на 1 час. Московское время на 2 часа больше киевского зимнего (поясного) времени и на 1 час больше киевского летнего.

Начало астрономических сезонов года

Весна	Лето	Осень	Зима
20 марта	21 июня	22 сентября	21 декабря
7ч16м	2ч08м	17ч48м	13ч12м

Земля в перигелии – 5 января в 3ч51м, в афелии – 5 июля в 4ч54м

Для середины года (2012.5):

Средний угол наклона эклиптики к экватору $\epsilon=23^\circ26'15.6''$

Средняя долгота восходящего узла орбиты

Луны на эклиптике $\Omega=243.3^\circ$

Астрономические явления 2012 года

РЕДКИЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ:

6 июня – прохождение Венеры по диску Солнца (см. стр. 8).

СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ:

20-21 мая – кольцеобразное солнечное затмение, не видно в Украине.

4 июня – частное теневое лунное затмение, не видно в Украине.

13-14 ноября – полное солнечное затмение, не видно в Украине.

28 ноября – частное полутеневое лунное затмение, **видно в Украине.**

СОЕДИНЕНИЯ ЯРКИХ ПЛАНЕТ:

15 марта – Венера-Юпитер, **17 августа** – Марс-Сатурн, **27 ноября** – Венера-Сатурн.

ПОЯВЛЕНИЕ КОМЕТ:

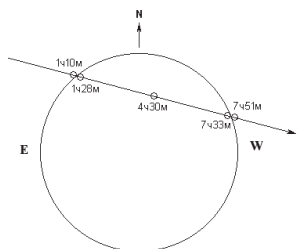
В 2012 году ожидается прохождение через перигелий комет: 4 "новые" короткопериодические впервые пройдут перигелий, 11 "почти новых" короткопериодических комет в первый или во второй раз пройдут перигелий и 24 "старых" короткопериодических комет в третий и более раз пройдут перигелий орбит, 2 новые долгопериодические кометы, 2 "параболические", 2 "гиперболические" и 4 утерянные короткопериодические кометы.

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ:

16-25 апреля – Лириды (максимум 22.04). **12 июля-19 августа** – Южные δ -Аквариды (максимум 28.07). **3-25 августа** – κ -Цигниды (максимум 17.08). **17 июля-24 августа** – Персеиды (максимум 12.08). **6-10 октября** – Дракониды (максимум 8.10). **10-21 ноября** – Леониды (максимум 18.11). **7-17 декабря** – Геминиды (максимум 14.12).

ПРОХОЖДЕНИЕ ВЕНЕРЫ ПО ДИСКУ СОЛНЦА

6 июня 2012 года произойдет прохождение Венеры по диску Солнца. В своем видимом движении Венера будет проектироваться на солнечный диск, перемещаясь по нему с северо-востока на юго-запад (см. рисунок). Продолжительность



Прохождение Венеры по диску Солнца 6 июня 2012 года

геоцентрического прохождения для внешних контактов составляет 6ч41м, для внутренних контактов – 6ч05м. В середине прохождения Венера пройдет на $9'13''$ к северо-западу от центра солнечного диска. Угловой радиус Солнца в середине прохождения равен $945.7''$, угловой радиус Венеры – $28.9''$. Венера будет находиться вблизи нисходящего узла своей орбиты. Геоцентрические обстоятельства прохождения (киевское время) таковы: входение, первый контакт – $T_k=1ч10м$, позиционный угол $p=40.8^\circ$, второй контакт – $T_k=1ч28м$, $p=38.3^\circ$, наименьшее расстояние от центра солнечного диска ($9'13''$) в $T_k=4ч30м$; выход, третий контакт – $T_k=7ч33м$, $p=292.5^\circ$, четвертый контакт – $T_k=7ч51м$, $p=290.0^\circ$. Позиционный угол – угол в центре солнечного диска, отсчитываемый от северной точки солнечного диска против часовой стрелки к направлению на точку касания Венеры.

Прохождение Венеры по диску Солнца можно будет наблюдать в Европе, в Азии, в Африке, в Австралии, в Северной Америке, в северо-западной части Южной Америки и в акваториях океанов. Минимально возможное угловое расстояние Венеры от центра Солнца, равное $8'52''$ будет наблюдаться вблизи горизонта в северо-западной части Скандинавии в точке с координатами 63.1° с.ш. и 10.8° в.д. Географические координаты точек земной поверхности, для которых Венера будет находиться в зените в следующие моменты: вход, внешний контакт – 22.9° с.ш., 152.7° з.д.; наименьшее расстояние от центра – 22.8° с.ш., 157.0° в.д.; выход, внешний контакт – 22.8° с.ш., 106.7° в.д.

На территории Украины в момент восхода Солнца Венера уже будет видна на фоне солнечного диска, поэтому можно будет наблюдать только выход Венеры с диска Солнца (третий и четвертый контакты). В момент наименьшего расстояния ($8'52''$) от центра солнечного диска Венера и Солнце будут видны над горизонтом только в северо-восточной Украине. Приводим топоцентрические обстоятельства прохождения для четырех городов Украины. В Симферополе обстоятельства прохождения такие же, как в Одессе с отличием в позиционном угле для четвертого контакта на $\Delta p=+0.1^\circ$.

	Киев		Львов		Одесса		Харьков	
	T_k ч м	p°	T_k ч м	p°	T_k ч м	p°	T_k ч м	p°
Вход, первый контакт	1 06	42.2	1 05	42.2	1 06	42.2	1 06	42.2
Вход, второй контакт	1 23	39.8	1 23	39.8	1 24	39.8	1 24	39.8
Наименьшее расстояние	4 32	—	4 31	—	4 32	—	4 32	—
Выход, третий контакт	7 38	291.3	7 38	291.2	7 38	291.3	7 38	291.3
Выход, четвертый контакт	7 56	288.9	7 56	288.9	7 56	288.9	7 56	288.9

Видимый диск Венеры будет различим на фоне солнечного диска при наблюдении в бинокль или в небольшую зрительную трубу. **Наблюдать прохождение Венеры по диску Солнца нужно сквозь очень плотный темный светофильтр, но лучше на солнечном экране, чтобы не повредить глаза ярким светом.**

ИСТОРИЯ КАЛЕНДАРЯ: КАЛЕНДАРЬ СОВЕТСКОГО ПЕРИОДА

Во время любых эпохальных событий – революций, смены династий – пришедшие к власти считают своим долгом увековечить в памяти поколений свое пришествие и правление установлением новой системы счета времени, введением нового календаря. Не является исключением и советская власть.

Начало реформам было положено в 1918 году, когда советское правительство объявило об отмене юлианского календаря, которым пользовались в России, и переходе к григорианскому календарю («Декрет о введении в Российской республике западно-европейского календаря» от 24 января 1918 года). Переход произведен с февраля, вместо 1 февраля было постановлено считать 14 февраля 1918 года, то есть 13 дней были пропущены. В этом же году перешли на григорианский календарь Латвия, Литва и Финляндия, только что объявившие независимость от России.

Затем 2 декабря 1918 года Совет народных комиссаров (Совнарком, СНК) издал «Правила об еженедельном отдыхе и праздничных днях», которыми ввел список новых праздников. Согласно «Правилам...» нерабочими днями были: 1) 1 января – Новый год, 2) 22 января – День памяти «кровавого воскресенья» 9 января 1905 года, 3) 12 марта – низвержение самодержавия (февральская революция по новому стилю), 4) 18 марта – День Парижской Коммуны, 5) 1 Мая – День Интернационала, 6) 7 ноября – День Пролетарской революции. А 8 февраля 1919 года был декрет СНК «О введении счета времени по международной системе», который ввел на территории страны поясное время – 11 часовых поясов, со 2-го по 12-й по международной шкале.

Декреты советской власти о переходе на григорианский календарь и о введении часовых поясов были прогрессивными и своевременными, как бы символизируя вступление страны в содружество цивилизованных стран. В следующие 10 лет наступило некоторое затишье в деле календарных реформ, и никаких основополагающих изменений не было. Однако всем государственным и партийным аппаратом велась большая работа по внедрению в массы новых идей, привычек, традиций, в том числе и при помощи календарной системы. Это можно увидеть в газетных публикациях того времени, в частности в ежедневных номерах газет «Правда» и «Известия».

Начиная с 1923 года начали издаваться регулярно и большими тиражами «Календарь коммуниста», «Календарь-справочник коммуниста», «Календарь деревенского работника», «Календарь деревенского коммуниста», «Крестьянский настольный календарь «Красная деревня»» и другие. Первые страницы большинства календарей содержали список специальных дат, разделенных на три части: 1) 6 нерабочих дней – государственных праздников, указанных в «Правилах...», 2) религиозные праздники, также (пока) нерабочие, 3) революционные годовщины – рабочие дни, но отмеченные как особые даты.

Постепенно количество религиозных праздников в календаре уменьшалось, а революционных – увеличивалось. Так, в 1924 году все христианские праздники были расписаны по григорианскому календарю на основе решения Высшего церковного Совета о принятии григорианского календаря Рус-

ской православной церковью. И, хотя большинство представителей церкви не приняли это решение, и церковь вновь вернулась к юлианскому календарю, государственный календарь не отразил этого факта. В результате почти все церковные праздники стали рабочими днями.

Предполагалось, что ежегодные печатные календари должны заменить «святыцы». В календарях печатались имена революционеров и большевиков, даты их рождения и смерти, их деяния. Появились новые имена: Май, Майя, Коммунара, Дантон, Марат. В 1925 году был добавлен День траура 21 января – день смерти В.И.Ленина. А все праздники 1924 года проходили под лозунгом «Нет Ленину».

Можно вспомнить о реформе календаря во времена Великой французской революции (см. ОАК-2011, стр.8-11). Там были изменены года, и месяцы, и дни. Советская же реформа очень отличалась в том смысле, что она не затрагивала григорианские года, но полностью перекраивала недели, как мы увидим далее.

В 1929 году вышло Постановление от 24 сентября «О рабочем времени и времени отдыха в предприятиях и учреждениях, переходящих на непрерывную производственную неделю». Этим постановлением советское правительство ввело непрерывную рабочую неделю, исключило религиозные праздники и уменьшило число праздничных дней в году до пяти. Это были: 22 января – День памяти «кровавого воскресения» 9 января 1905 года (юлианского) и Памяти В.И.Ленина, умершего 21 января (по григорианскому календарю); 1-2 мая – Дни Интернационала; 7-8 ноября – Дни годовщины Октябрьской революции.

Автором проекта о непрерывной рабочей неделе был известный большевик Юрий Ларин. Он внес предложение на 5-м Съезде Советов (май 1929 года), но оно было проигнорировано. Тогда Ларин добился поддержки И.В.Сталина, и вся пресса наполнилась статьями в защиту «непрерывки», несогласные были объявлены «контрреволюционными бюрократическими саботажниками». И вскоре СНК постановил начать переход в экономическом 1929-1930 году от прерываемой выходными днями недели к непрерывной производственной неделе.

Первоначально неделя была пятидневной. Это относилось не только к фабрично-заводским рабочим, но и к государственным служащим. Идея казалась простой. Григорианский календарный год делился на 72 пятидневные недели (360 дней) и 5 национальных праздников, которые примыкали к 2-м неделям, но не являлись их частями. Дни недели уже не имели названий, но каждый был отмечен одним из 5-ти цветов или латинской цифрой от I до V. Первый день недели назывался желтым, второй – оранжевым, третий – красным, четвертый – фиолетовым, пятый – зеленым. Каждому рабочему (работнице) присваивался цвет или число для определения его (ее) выходного дня. На предприятии ежедневно (кроме праздников) работало 80% рабочих, сиюсья увеличить производство, а 20% отдыхало. По официальной версии введение «пятидневки» и «непрерывки» увеличивало производительность труда рабочих фабрик и заводов, но, как и во времена реформ Великой французской революции, советские реформы были направлены в значительной степени против религии.

Представители любой религии (и атеисты также) свою частную и общественную жизнь в основном связывают с днями отдыха - выходными днями, свободными от работы. Советский экспериментальный календарь был гораздо более радикальным, чем французский. Он делил все общество на пять частей. Одна пятая часть общества жила по одному календарю, другая пятая – по

другому, третья – по третьему и так далее. Это разрывало общество на части. Семьи, церковные общины, общество как целое не были более гармоничными единицами, а были пятью отдельными обществами, живущими параллельно.

Но особенно пагубно это сказывалось на семье. Если мужу и жене были присвоены разные цвета, а их дети имели в школе выходным день еще какого-то другого цвета, то семья не имела общего дня отдыха для семейной или общественной жизни. Уже в 1930 году в газете «Правда» появляются жалобы рабочих типа: зачем мне этот выходной день, если моя жена – на фабрике, дети – в школе, и друзья не приходят в гости; это не выходной, если я провожу его в одиночестве. К тому же и на производстве машины чаще выходили из строя, во-первых, потому что на них работали люди, не имевшие достаточного опыта, и во-вторых, трудно было следить за техническим состоянием машин из-за непрерывной работы.

Не так просто все оказалось, как было задумано. Реформы ухудшали и без того тяжелое экономическое положение страны и по существу были политическим и символическим актом, а не экономически обоснованным решением. Поэтому 16 марта 1930 года «Правительственная комиссия Совета по Труд и Обороне» признала необходимость иметь для семьи общий день отдыха, и это требование должно было быть принято во внимание при составлении рабочего расписания. А 23 ноября 1931 года Совнарком своим декретом положил конец эксперименту, разрушающему семейную и общественную жизнь.

Но это еще не означало перехода к традиционной семидневной неделе. Год по-прежнему был разделен на месяцы, содержащие по 5 недель из шести дней каждая. Шестой день был общим для всех выходным днем. Страна стала жить по «шестидневке». Однако постепенно выяснилось, что и эта система плохо работает. Правительство пыталось приспособить календарь к общим правилам григорианского календаря, но поскольку каждый из новых месяцев имел по 30 дней, два календаря невозможно было скоординировать. Поэтому люди, работавшие в контактах с иностранцами, использовали григорианский календарь.

Привычка называть дни недели и месяцы своими именами также слишком глубоко укоренилась, чтобы быть так просто разбитой. Это приводило к проблемам и недоразумениям. Вплоть до июня 1940 года страна жила в условиях 6-тидневной рабочей недели, потом правительство отказалось от своих усилий по замене календаря, и григорианский календарь был возвращен к полному применению в СССР.

Все эти календарные новшества нашли отражение в литературе и искусстве. В романе И.Ильфа и Е.Петрова «Золотой теленок», описывая переживания ненавидевшего советскую власть старика-монархиста Федора Никитича Хворобьева, авторы отмечают: «Когда методологическо-педагогический сектор перешел на непрерывную неделю и, вместо чистого воскресенья, днями отдыха Хворобьева стали какие-то фиолетовые пятые числа, он с отвращением изхлопотал себе пенсию и поселился далеко за городом».

В знаменитой советской кинокомедии «Волга-Волга» счет дней, в которые происходят события, ведется по шестидневке, о чем сообщают специальные кадры. На фоне вращающегося пароходного колеса и стекающей с его плит воды возникают титры: первый день шестидневки, второй день шестидневки и так далее.

Система праздников, введенная в 1929 году, просуществовала до 1954 года. Календарь частично и постепенно менялся с 1954 по 1970 годы, и вплоть до распада СССР функционировал с малыми изменениями.

ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА, ЛУНЫ И СУМЕРЕК

Эфемериды Солнца

Эфемериды Солнца и Луны составлены по месяцам и приводятся для 0ч всемирного времени каждой даты месяца (стр. 14–36). 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_v , верхней кульминации t_k и захода t_z Солнца по киевскому времени, а также астрономические азимуты A точек восхода и захода для пункта с географической широтой $\varphi = +46^\circ 29'$ и географической долготой $\lambda = +30^\circ 45'$ (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_k .

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 всемирного времени, то есть для гринвичской полуночи.

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. 15–37) 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_z точек восхода Луны и азимуты A_z 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:

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

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

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. 38-43) 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. В случае отмены перехода на летнее время, все моменты в период с 25 марта по 27 октября надо уменьшить на 1 час.

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 2012.

Дата J.D. 2455	Для Одессы				В 0ч всемирного времени							
	t_v ч м	t_k ч м	t_s ч м	A °	α ч м с	δ ° ' "	η м с	S_o ч м с	d '			
1	927.5	7 41	12 0	16 20	56	18 43 19.8	-23 03 47	+3 05	6 40 14	32.5		
2	928.5	7 41	12 1	16 21	57	18 47 44.8	-22 58 59	+3 34	6 44 11	32.5		
3	929.5	7 41	12 1	16 22	57	18 52 09.4	-22 53 43	+4 02	6 48 08	32.5		
4	930.5	7 41	12 2	16 22	57	18 56 33.6	-22 48 00	+4 30	6 52 04	32.5		
5	931.5	7 41	12 2	16 23	57	19 00 57.5	-22 41 50	+4 57	6 56 01	32.5		
6	932.5	7 40	12 2	16 25	57	19 05 20.9	-22 35 14	+5 24	6 59 57	32.5		
7	933.5	7 40	12 3	16 26	57	19 09 43.9	-22 28 10	+5 50	7 03 54	32.5		
8	934.5	7 40	12 3	16 27	58	19 14 06.4	-22 20 40	+6 16	7 07 50	32.5		
9	935.5	7 40	12 4	16 28	58	19 18 28.4	-22 12 43	+6 42	7 11 47	32.5		
10	936.5	7 39	12 4	16 29	58	19 22 49.9	-22 04 21	+7 06	7 15 43	32.5		
11	937.5	7 39	12 5	16 30	58	19 27 10.8	-21 55 32	+7 31	7 19 40	32.5		
12	938.5	7 39	12 5	16 31	58	19 31 31.2	-21 46 18	+7 55	7 23 37	32.5		
13	939.5	7 38	12 5	16 33	59	19 35 51.0	-21 36 38	+8 18	7 27 33	32.5		
14	940.5	7 38	12 6	16 34	59	19 40 10.1	-21 26 33	+8 40	7 31 30	32.5		
15	941.5	7 37	12 6	16 35	59	19 44 28.7	-21 16 04	+9 02	7 35 26	32.5		
16	942.5	7 36	12 6	16 36	60	19 48 46.6	-21 05 09	+9 24	7 39 23	32.5		
17	943.5	7 36	12 7	16 38	60	19 53 03.9	-20 53 51	+9 45	7 43 19	32.5		
18	944.5	7 35	12 7	16 39	60	19 57 20.5	-20 42 08	+10 05	7 47 16	32.5		
19	945.5	7 34	12 7	16 40	60	20 01 36.5	-20 30 01	+10 24	7 51 12	32.5		
20	946.5	7 34	12 8	16 42	61	20 05 51.7	-20 17 32	+10 43	7 55 09	32.5		
21	947.5	7 33	12 8	16 43	61	20 10 06.2	-20 04 39	+11 01	7 59 06	32.5		
22	948.5	7 32	12 8	16 45	61	20 14 20.0	-19 51 24	+11 18	8 03 02	32.5		
23	949.5	7 31	12 9	16 46	62	20 18 33.0	-19 37 47	+11 34	8 06 59	32.5		
24	950.5	7 30	12 9	16 48	62	20 22 45.2	-19 23 47	+11 50	8 10 55	32.5		
25	951.5	7 29	12 9	16 49	63	20 26 56.7	-19 09 27	+12 05	8 14 52	32.5		
26	952.5	7 28	12 9	16 50	63	20 31 07.3	-18 54 45	+12 19	8 18 48	32.5		
27	953.5	7 27	12 10	16 52	63	20 35 17.2	-18 39 42	+12 32	8 22 45	32.5		
28	954.5	7 26	12 10	16 53	64	20 39 26.2	-18 24 20	+12 45	8 26 41	32.5		
29	955.5	7 25	12 10	16 55	64	20 43 34.4	-18 08 37	+12 56	8 30 38	32.5		
30	956.5	7 24	12 10	16 56	65	20 47 41.8	-17 52 35	+13 07	8 34 35	32.5		
31	957.5	7 23	12 10	16 58	65	20 51 48.3	-17 36 14	+13 17	8 38 31	32.5		

Планеты: Меркурий (утр. в 1-й пол. мес.), Венера (веч.), Марс (!), Юпитер (веч.), Сатурн, 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.

5 января 3ч51м – Земля в перигелии.

13 января 9ч09м – Венера проходит южнее Нептуна на 1.2°.

Астероиды: Эвномия, Лазтиция.

Кометы: Леви Р/2006 Т1, Биелы 3D (фрагмент А).

20 января Солнце из созвездия Стрельца переходит в созвездие Козерога.

ЛУНА. Январь 2012.

Дата	Для Одессы						В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_U		α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °		ч м с	° '	'	
1	11 13	18 03	0 00	103	100		0 18 25	+7 15.0	29.7	0.48
2	11 37	18 46	1 02	109	106		1 03 32	+11 25.2	29.6	0.57
3	12 04	19 30	2 04	114	112		1 49 41	+15 07.8	29.5	0.66
4	12 36	20 17	3 05	119	117		2 37 28	+18 14.6	29.6	0.75
5	13 13	21 06	4 05	122	121		3 27 11	+20 36.8	29.7	0.83
6	13 58	21 57	5 03	124	123		4 18 53	+22 05.3	29.9	0.89
7	14 50	22 49	5 56	123	124		5 12 14	+22 32.1	30.2	0.95
8	15 50	23 41	6 43	121	122		6 06 35	+21 51.7	30.5	0.98
9	16 56	-	7 24	117	119		7 01 08	+20 02.9	30.8	1.00
10	18 06	0 33	7 59	111	114		7 55 10	+17 09.5	31.1	0.99
11	19 17	1 24	8 30	105	108		8 48 14	+13 19.9	31.4	0.97
12	20 30	2 14	8 58	97	101		9 40 18	+8 46.2	31.6	0.92
13	21 43	3 03	9 24	89	93		10 31 42	+3 42.8	31.8	0.85
14	23 53	3 52	9 49	81	85		11 23 01	-1 34.6	32.0	0.76
15	-	4 42	10 16	-	77		12 14 60	-6 49.6	32.1	0.66
16	0 12	5 33	10 45	73	70		13 08 24	-11 44.9	32.2	0.54
17	1 27	6 27	11 20	66	64		14 03 52	-16 03.0	32.3	0.43
18	2 42	7 24	12 01	61	59		15 01 40	-19 26.2	32.3	0.32
19	3 52	8 22	12 50	57	57		16 01 32	-21 38.6	32.3	0.22
20	4 56	9 22	13 49	56	56		17 02 32	-22 29.2	32.2	0.13
21	5 50	10 21	14 55	57	58		18 03 17	-21 54.2	32.0	0.07
22	6 35	11 17	16 05	61	63		19 02 23	-19 58.9	31.8	0.02
23	7 12	12 10	17 16	66	68		19 58 49	-16 55.9	31.5	0.00
24	7 42	13 00	18 27	72	75		20 52 11	-13 02.4	31.2	0.01
25	8 08	13 47	19 35	79	82		21 42 38	-8 36.0	30.8	0.03
26	8 32	14 31	20 41	86	90		22 30 43	-3 52.9	30.5	0.08
27	8 55	15 14	21 45	93	97		23 17 08	+0 53.1	30.2	0.14
28	9 17	15 57	22 48	100	103		0 02 40	+5 30.7	29.9	0.22
29	9 40	16 40	23 50	106	110		0 48 03	+9 50.6	29.7	0.30
30	10 06	17 24	-	112	-		1 34 01	+13 44.4	29.6	0.39
31	10 35	18 10	0 52	117	115		2 21 09	+17 04.3	29.6	0.48
1 янв.	8ч 15м	- перв. четв.	Луна проходит вблизи							
9	9ч 30м	- полнолуние	Юпитера	3 янв.	4ч 47м	на 5° к сев.				
16	11ч 8м	- посл. четв.	Марса	14	8ч 50м	на 9° югу				
23	9ч 39м	- новолуние	Сатурна	16	20ч 47м	на 6° югу				
31	6ч 10м	- перв. четв.	Меркурия	22	15ч 32м	на 5° сев.				
			Нептуна	25	14ч 30м	на 6° сев.				
2 янв.	22ч	- апогей	Венеры	25	20ч 45м	на 7° сев.				
17	23ч	- перигей	Урана	28	4ч 19м	на 6° сев.				
30	20ч	- апогей	Юпитера	30	16ч 39м	на 5° сев.				

СОЛНЦЕ. Февраль 2012.

Дата J.D. 2455	Для Одессы				В 0ч всемирного времени							
	t_v	t_k	t_s	A	α	δ	η	S_o	d			
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ' "	м с	ч м с	'			
1	958.5	7 22	12 11	16 59	65	20 55 54.1	-17 19 34	+13 26	8 42 28	32.5		
2	959.5	7 20	12 11	17 1	66	20 59 58.9	-17 02 35	+13 35	8 46 24	32.5		
3	960.5	7 19	12 11	17 2	66	21 04 03.0	-16 45 19	+13 42	8 50 21	32.5		
4	961.5	7 18	12 11	17 4	67	21 08 06.2	-16 27 45	+13 49	8 54 17	32.5		
5	962.5	7 17	12 11	17 5	67	21 12 08.6	-16 09 55	+13 55	8 58 14	32.4		
6	963.5	7 15	12 11	17 7	68	21 16 10.2	-15 51 47	+14 00	9 02 10	32.4		
7	964.5	7 14	12 11	17 8	68	21 20 11.0	-15 33 23	+14 04	9 06 07	32.4		
8	965.5	7 13	12 11	17 10	69	21 24 10.9	-15 14 44	+14 07	9 10 04	32.4		
9	966.5	7 11	12 11	17 11	69	21 28 10.1	-14 55 49	+14 10	9 14 00	32.4		
10	967.5	7 10	12 11	17 13	69	21 32 08.4	-14 36 38	+14 12	9 17 57	32.4		
11	968.5	7 8	12 11	17 14	70	21 36 06.0	-14 17 13	+14 13	9 21 53	32.4		
12	969.5	7 7	12 11	17 16	70	21 40 02.9	-13 57 34	+14 13	9 25 50	32.4		
13	970.5	7 5	12 11	17 17	71	21 43 58.9	-13 37 40	+14 13	9 29 46	32.4		
14	971.5	7 4	12 11	17 19	71	21 47 54.3	-13 17 33	+14 11	9 33 43	32.4		
15	972.5	7 2	12 11	17 20	72	21 51 48.9	-12 57 13	+14 10	9 37 39	32.4		
16	973.5	7 0	12 11	17 22	72	21 55 42.9	-12 36 40	+14 07	9 41 36	32.4		
17	974.5	6 59	12 11	17 23	73	21 59 36.1	-12 15 55	+14 04	9 45 33	32.4		
18	975.5	6 57	12 11	17 25	73	22 03 28.6	-11 54 58	+14 00	9 49 29	32.4		
19	976.5	6 56	12 11	17 26	74	22 07 20.5	-11 33 50	+13 55	9 53 26	32.4		
20	977.5	6 54	12 11	17 28	75	22 11 11.7	-11 12 31	+13 49	9 57 22	32.4		
21	978.5	6 52	12 11	17 29	75	22 15 02.2	-10 51 01	+13 43	10 01 19	32.3		
22	979.5	6 51	12 11	17 31	76	22 18 52.0	-10 29 21	+13 37	10 05 15	32.3		
23	980.5	6 49	12 11	17 32	76	22 22 41.3	-10 07 31	+13 29	10 09 12	32.3		
24	981.5	6 47	12 10	17 34	77	22 26 29.9	-9 45 32	+13 21	10 13 08	32.3		
25	982.5	6 45	12 10	17 35	77	22 30 17.8	-9 23 24	+13 13	10 17 05	32.3		
26	983.5	6 44	12 10	17 37	78	22 34 05.2	-9 01 08	+13 04	10 21 02	32.3		
27	984.5	6 42	12 10	17 38	78	22 37 52.0	-8 38 44	+12 54	10 24 58	32.3		
28	985.5	6 40	12 10	17 40	79	22 41 38.2	-8 16 12	+12 44	10 28 55	32.3		
29	986.5	6 38	12 10	17 41	79	22 45 23.9	-7 53 33	+12 33	10 32 51	32.3		

Планеты: Меркурий (веч. во 2-й пол. мес.), Венера (веч.), Марс (!), Юпитер (веч.), Сатурн, Уран (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.

10 февраля 7ч21м – Венера проходит севернее Урана на 0.3°.

Астероиды: Эвномия, Геба, Флора.

Кометы: Брорзена 5D (10 февраля, $m \sim 4^m$).

16 февраля в 23 часа Солнце переходит в созвездие Водолея.

ЛУНА. Февраль 2012.

Дата	Для Одессы						В 0ч всемирного времени				
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_U		α	δ	d	Фаза	
	ч м	ч м	ч м	—°	+°		ч м с	° ′	′		
1	11 10	18 57	1 52	120	119		3 09 52	+19 42.4	29.6	0.58	
2	11 51	19 47	2 50	123	122		4 00 24	+21 30.6	29.8	0.67	
3	12 39	20 37	3 45	123	123		4 52 40	+22 21.2	30.1	0.76	
4	13 35	21 30	4 35	122	123		5 46 16	+22 07.9	30.4	0.84	
5	14 39	22 22	5 18	119	120		6 40 38	+20 47.0	30.7	0.90	
6	15 47	23 14	5 56	114	116		7 35 07	+18 19.1	31.1	0.96	
7	16 59	-	6 30	108	111		8 29 12	+14 49.2	31.5	0.99	
8	18 13	0 06	6 59	100	104		9 22 38	+10 27.5	31.9	1.00	
9	19 28	0 56	7 27	92	96		10 15 33	+5 27.6	32.2	0.98	
10	20 44	1 47	7 53	84	88		11 08 18	+0 06.4	32.3	0.94	
11	22 00	2 38	8 20	76	80		12 01 28	-5 17.5	32.5	0.88	
12	23 17	3 30	8 50	69	73		12 55 41	-10 24.6	32.5	0.79	
13	-	4 24	9 23	-	66		13 51 25	-14 55.8	32.4	0.69	
14	0 32	5 20	10 02	63	61		14 48 56	-18 33.3	32.3	0.58	
15	1 43	6 17	10 48	58	57		15 48 00	-21 02.3	32.2	0.47	
16	2 48	7 16	11 42	56	56		16 47 54	-22 12.7	32.0	0.36	
17	3 44	8 13	12 44	57	58		17 47 32	-22 01.1	31.8	0.26	
18	4 31	9 09	13 51	60	61		18 45 46	-20 31.3	31.5	0.17	
19	5 10	10 02	15 01	64	66		19 41 45	-17 53.3	31.3	0.09	
20	5 43	10 52	16 10	70	72		20 35 03	-14 21.1	31.0	0.04	
21	6 10	11 40	17 18	76	79		21 25 46	-10 10.4	30.8	0.01	
22	6 35	12 25	18 25	83	86		22 14 17	-5 36.5	30.5	0.00	
23	6 58	13 09	19 30	90	94		23 01 11	-0 53.3	30.2	0.01	
24	7 21	13 52	20 33	97	100		23 47 09	+3 46.9	30.0	0.04	
25	7 44	14 35	21 36	103	107		0 32 49	+8 13.2	29.8	0.09	
26	8 09	15 18	22 38	109	112		1 18 48	+12 16.4	29.6	0.15	
27	8 37	16 03	23 39	115	117		2 05 38	+15 47.8	29.5	0.23	
28	9 09	16 50	-	119	-		2 53 43	+18 39.5	29.5	0.31	
29	9 46	17 38	0 38	122	121		3 43 15	+20 44.1	29.6	0.40	
7 фев. 23ч 54м - полнолуние						Луна проходит вблизи					
14	19ч 4м - посл. четв.					Марса	10 фев. 13ч 31м на 10° к югу				
22	0ч 35м - новолуние					Сатурна	13	2ч 47м на 6° югу			
						Нептуна	22	0ч 46м на 6° сев.			
11 фев.	21ч - перигей					Меркурия	23	7ч 51м на 7° сев.			
27	16ч - апогей					Урана	24	14ч 53м на 6° сев.			
						Венеры	25	23ч 43м на 3° сев.			
						Юпитера	27	8ч 17м на 4° сев.			

СОЛНЦЕ. Март 2012.

Дата J.D. 2455	Для Одессы				В 0ч всемирного времени							
	t_v ч м	t_k ч м	t_s ч м	A °	α ч м с	δ ° ' "	η м с	S_o ч м с	d '			
1	987.5	6 36	12 9	17 43	80	22 49 09.0	-7 30 48	+12 21	10 36 48	32.3		
2	988.5	6 34	12 9	17 44	81	22 52 53.7	-7 07 56	+12 09	10 40 44	32.3		
3	989.5	6 33	12 9	17 45	81	22 56 37.8	-6 44 57	+11 57	10 44 41	32.3		
4	990.5	6 31	12 9	17 47	82	23 00 21.4	-6 21 54	+11 44	10 48 37	32.3		
5	991.5	6 29	12 9	17 48	82	23 04 04.6	-5 58 45	+11 31	10 52 34	32.2		
6	992.5	6 27	12 8	17 50	83	23 07 47.3	-5 35 31	+11 17	10 56 31	32.2		
7	993.5	6 25	12 8	17 51	83	23 11 29.6	-5 12 13	+11 03	11 00 27	32.2		
8	994.5	6 23	12 8	17 53	84	23 15 11.5	-4 48 50	+10 48	11 04 24	32.2		
9	995.5	6 21	12 8	17 54	84	23 18 53.0	-4 25 24	+10 33	11 08 20	32.2		
10	996.5	6 19	12 7	17 55	85	23 22 34.2	-4 01 55	+10 17	11 12 17	32.2		
11	997.5	6 17	12 7	17 57	86	23 26 15.1	-3 38 22	+10 02	11 16 13	32.2		
12	998.5	6 16	12 7	17 58	86	23 29 55.6	-3 14 47	+9 46	11 20 10	32.2		
13	999.5	6 14	12 7	17 59	87	23 33 35.9	-2 51 09	+9 29	11 24 06	32.2		
14	000.5	6 12	12 6	18 1	87	23 37 16.0	-2 27 30	+9 13	11 28 03	32.2		
15	001.5	6 10	12 6	18 2	88	23 40 55.8	-2 03 48	+8 56	11 31 60	32.2		
16	002.5	6 8	12 6	18 4	88	23 44 35.4	-1 40 06	+8 39	11 35 56	32.2		
17	003.5	6 6	12 5	18 5	89	23 48 14.8	-1 16 22	+8 22	11 39 53	32.1		
18	004.5	6 4	12 5	18 6	90	23 51 54.0	-0 52 39	+8 05	11 43 49	32.1		
19	005.5	6 2	12 5	18 8	90	23 55 33.1	-0 28 55	+7 47	11 47 46	32.1		
20	006.5	6 0	12 5	18 9	91	23 59 12.0	-0 05 11	+7 30	11 51 42	32.1		
21	007.5	5 58	12 4	18 11	91	0 02 50.8	+0 18 32	+7 12	11 55 39	32.1		
22	008.5	5 56	12 4	18 12	92	0 06 29.6	+0 42 13	+6 54	11 59 35	32.1		
23	009.5	5 54	12 4	18 13	92	0 10 08.2	+1 05 54	+6 36	12 03 32	32.1		
24	010.5	5 52	12 3	18 15	93	0 13 46.8	+1 29 32	+6 18	12 07 29	32.1		
25	011.5	6 50	13 3	19 16	94	0 17 25.3	+1 53 08	+6 00	12 11 25	32.1		
26	012.5	6 48	13 3	19 17	94	0 21 03.8	+2 16 42	+5 42	12 15 22	32.1		
27	013.5	6 46	13 2	19 19	95	0 24 42.2	+2 40 13	+5 24	12 19 18	32.1		
28	014.5	6 44	13 2	19 20	95	0 28 20.7	+3 03 40	+5 06	12 23 15	32.0		
29	015.5	6 42	13 2	19 21	96	0 31 59.2	+3 27 04	+4 48	12 27 11	32.0		
30	016.5	6 40	13 2	19 23	96	0 35 37.8	+3 50 24	+4 30	12 31 08	32.0		
31	017.5	6 38	13 1	19 24	97	0 39 16.4	+4 13 39	+4 12	12 35 04	32.0		

Планеты: Меркурий (веч. в 1-й пол. мес.), Венера (веч.), Марс (!), Юпитер (веч.), Сатурн (!), Уран (веч. в нач. мес.?).

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

20 марта 7ч16м – весеннее равноденствие.

7 марта 1ч39м – Меркурий проходит севернее Урана на 3.1°.

15 марта 12ч38м – Венера проходит севернее Юпитера на 3.3°.

Астероиды: Эвномия, Геба, Психея, Флора.

12 марта в 0 часов Солнце переходит в созвездие Рыб.

ЛУНА. Март 2012.

Дата	Для Одессы						В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3		α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °		ч м с	° '	'	
1	10 31	18 27	1 33	123	123		4 34 15	+21 54.8	29.8	0.50
2	11 22	19 18	2 24	123	123		5 26 31	+22 05.6	30.1	0.59
3	12 21	20 09	3 10	120	121		6 19 39	+21 12.8	30.4	0.69
4	13 26	21 01	3 50	116	118		7 13 13	+19 15.0	30.8	0.78
5	14 36	21 52	4 25	111	113		8 06 50	+16 14.4	31.3	0.86
6	15 49	22 43	4 57	104	107		9 00 17	+12 17.3	31.8	0.92
7	17 04	23 35	5 25	96	100		9 53 39	+7 33.7	32.2	0.97
8	18 21	-	5 53	88	92		10 47 12	+2 18.3	32.6	1.00
9	19 39	0 27	6 21	79	84		11 41 27	-3 10.7	32.8	0.99
10	20 58	1 20	6 50	72	76		12 36 54	-8 32.3	33.0	0.96
11	22 17	2 15	7 23	65	69		13 33 59	-13 24.1	33.0	0.91
12	23 32	3 12	8 01	60	63		14 32 50	-17 24.6	32.8	0.82
13	-	4 11	8 46	-	59		15 33 07	-20 16.3	32.6	0.73
14	0 40	5 10	9 39	57	57		16 33 60	-21 47.5	32.3	0.62
15	1 40	6 09	10 39	57	57		17 34 18	-21 55.0	31.9	0.51
16	2 30	7 05	11 45	59	60		18 32 54	-20 43.1	31.6	0.40
17	3 11	7 59	12 53	63	65		19 28 57	-18 22.4	31.3	0.30
18	3 44	8 49	14 01	68	70		20 22 11	-15 06.8	30.9	0.20
19	4 13	9 36	15 08	74	77		21 12 45	-11 10.8	30.7	0.13
20	4 39	10 21	16 14	81	84		22 01 05	-6 48.7	30.4	0.07
21	5 02	11 05	17 18	88	91		22 47 50	-2 13.4	30.1	0.03
22	5 25	11 48	18 22	94	98		23 33 40	+2 23.3	29.9	0.01
23	5 48	12 31	19 25	101	104		0 19 12	+6 50.7	29.7	0.00
24	6 12	13 14	20 27	107	110		1 05 02	+10 58.8	29.6	0.02
25	7 39	14 59	22 28	112	115		1 51 39	+14 38.5	29.5	0.05
26	8 10	15 45	23 27	117	119		2 39 23	+17 41.0	29.5	0.10
27	8 45	16 32	-	120	-		3 28 24	+19 58.6	29.5	0.17
28	9 27	17 21	0 24	122	122		4 18 39	+21 24.5	29.6	0.24
29	10 15	18 10	1 16	123	123		5 09 56	+21 53.5	29.7	0.33
30	11 10	19 00	2 03	121	122		6 01 52	+21 22.0	30.0	0.42
31	12 10	19 50	2 44	118	119		6 54 07	+19 49.2	30.3	0.52

1 мар.	3ч 21м - перв. четв.	Луна проходит вблизи			
8	11ч 39м - полнолуние	Марса	8 мар.	7ч 31м на 10° к югу	
15	3ч 25м - посл. четв.	Сатурна	11	8ч 39м на 6° югу	
22	16ч 37м - новолуние	Нептуна	20	9ч 25м на 6° сев.	
30	21ч 41ч - перв. четв.	Меркурия	22	14ч 58м на 2° сев.	
		Урана	23	0ч 57м на 6° сев.	
10 мар.	12ч - перигей	Юпитера	26	2ч 58м на 3° сев.	
26	8ч - апогей	Венеры	26	21ч 21м на 2° югу	

СОЛНЦЕ. Апрель 2012.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени									
	t_b ч м	t_k ч м	t_s ч м	A °	α ч м с	δ ° ' "	η м с	S_o ч м с	d '					
1	018.5	6 37	13 1	19 25	98	0 42 55.0	+4 36 50	+3 54	12 39 01	32.0				
2	019.5	6 35	13 1	19 27	98	0 46 33.8	+4 59 56	+3 36	12 42 58	32.0				
3	020.5	6 33	13 0	19 28	99	0 50 12.7	+5 22 56	+3 19	12 46 54	32.0				
4	021.5	6 31	13 0	19 29	99	0 53 51.7	+5 45 50	+3 01	12 50 51	32.0				
5	022.5	6 29	13 0	19 31	100	0 57 30.8	+6 08 39	+2 44	12 54 47	32.0				
6	023.5	6 27	13 0	19 32	100	1 01 10.2	+6 31 21	+2 26	12 58 44	32.0				
7	024.5	6 25	12 59	19 34	101	1 04 49.7	+6 53 56	+2 09	13 02 40	32.0				
8	025.5	6 23	12 59	19 35	102	1 08 29.5	+7 16 24	+1 53	13 06 37	31.9				
9	026.5	6 21	12 59	19 36	102	1 12 09.5	+7 38 45	+1 36	13 10 33	31.9				
10	027.5	6 19	12 58	19 38	103	1 15 49.8	+8 00 58	+1 20	13 14 30	31.9				
11	028.5	6 17	12 58	19 39	103	1 19 30.3	+8 23 04	+1 04	13 18 27	31.9				
12	029.5	6 16	12 58	19 40	104	1 23 11.2	+8 45 01	+0 48	13 22 23	31.9				
13	030.5	6 14	12 58	19 42	104	1 26 52.4	+9 06 49	+0 33	13 26 20	31.9				
14	031.5	6 12	12 57	19 43	105	1 30 34.0	+9 28 28	+0 18	13 30 16	31.9				
15	032.5	6 10	12 57	19 44	105	1 34 15.9	+9 49 58	+0 03	13 34 13	31.9				
16	033.5	6 8	12 57	19 46	106	1 37 58.2	+10 11 19	-0 11	13 38 09	31.9				
17	034.5	6 6	12 57	19 47	106	1 41 40.8	+10 32 29	-0 25	13 42 06	31.9				
18	035.5	6 5	12 56	19 48	107	1 45 23.9	+10 53 29	-0 39	13 46 02	31.9				
19	036.5	6 3	12 56	19 50	107	1 49 07.4	+11 14 18	-0 52	13 49 59	31.8				
20	037.5	6 1	12 56	19 51	108	1 52 51.3	+11 34 55	-1 04	13 53 56	31.8				
21	038.5	5 59	12 56	19 52	108	1 56 35.6	+11 55 22	-1 17	13 57 52	31.8				
22	039.5	5 58	12 56	19 54	109	2 00 20.3	+12 15 37	-1 28	14 01 49	31.8				
23	040.5	5 56	12 55	19 55	109	2 04 05.6	+12 35 39	-1 40	14 05 45	31.8				
24	041.5	5 54	12 55	19 56	110	2 07 51.2	+12 55 29	-1 51	14 09 42	31.8				
25	042.5	5 52	12 55	19 58	110	2 11 37.4	+13 15 06	-2 01	14 13 38	31.8				
26	043.5	5 51	12 55	19 59	111	2 15 24.0	+13 34 31	-2 11	14 17 35	31.8				
27	044.5	5 49	12 55	20 0	111	2 19 11.1	+13 53 41	-2 20	14 21 31	31.8				
28	045.5	5 47	12 55	20 2	112	2 22 58.7	+14 12 38	-2 29	14 25 28	31.8				
29	046.5	5 46	12 54	20 3	112	2 26 46.8	+14 31 21	-2 38	14 29 25	31.8				
30	047.5	5 44	12 54	20 4	113	2 30 35.4	+14 49 49	-2 46	14 33 21	31.8				

Планеты: Меркурий (утр. в 1-й пол. мес.), Венера (веч.), Марс (!), Юпитер (веч.), Сатурн (!), Нептун (утр.?).

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

Астероиды: Флора, Ирис, Юнона.

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

18 апреля в 14 часов Солнце переходит в созвездие Овна.

ЛУНА. Апрель 2012.

Дата	Для Одессы						В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3		α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °		ч м с	° '	'	
1	13 16	20 40	3 21	113	115		7 46 22	+17 16.3	30.8	0.62
2	14 25	21 30	3 53	107	110		8 38 33	+13 47.5	31.3	0.72
3	15 38	22 20	4 22	100	103		9 30 46	+9 29.9	31.8	0.81
4	16 53	23 11	4 50	92	96		10 23 24	+4 33.9	32.3	0.89
5	18 10	-	5 18	84	88		11 16 59	-0 46.3	32.7	0.95
6	19 30	0 04	5 46	76	80		12 12 10	-6 12.0	33.1	0.99
7	20 50	0 59	6 18	68	72		13 09 28	-11 20.9	33.3	1.00
8	22 10	1 57	6 55	62	66		14 09 08	-15 48.7	33.3	0.98
9	23 24	2 57	7 39	58	60		15 10 55	-19 12.3	33.2	0.93
10	-	3 59	8 31	-	58		16 13 52	-21 14.7	32.9	0.85
11	0 30	5 00	9 30	57	57		17 16 31	-21 48.2	32.6	0.76
12	1 25	5 59	10 36	58	59		18 17 22	-20 55.9	32.1	0.66
13	2 10	6 54	11 45	62	63		19 15 18	-18 49.2	31.7	0.55
14	2 46	7 46	12 54	67	69		20 09 52	-15 43.9	31.2	0.44
15	3 16	8 35	14 01	72	75		21 01 13	-11 56.4	30.8	0.34
16	3 43	9 20	15 07	79	82		21 49 56	-7 41.4	30.4	0.25
17	4 07	10 04	16 11	86	89		22 36 42	-3 11.9	30.1	0.17
18	4 29	10 47	17 14	92	96		23 22 20	+1 20.9	29.9	0.10
19	4 52	11 29	18 16	99	102		0 07 33	+5 47.0	29.7	0.05
20	5 16	12 12	19 18	105	108		0 53 01	+9 57.1	29.6	0.02
21	5 42	12 56	20 20	111	114		1 39 16	+13 42.0	29.5	0.00
22	6 12	13 42	21 20	115	118		2 26 39	+16 52.8	29.4	0.00
23	6 46	14 28	22 17	119	121		3 15 22	+19 21.2	29.4	0.03
24	7 25	15 16	23 10	122	122		4 05 19	+20 59.7	29.5	0.06
25	8 11	16 05	23 59	122	122		4 56 14	+21 42.7	29.6	0.12
26	9 03	16 55	-	122	-		5 47 42	+21 26.8	29.7	0.19
27	10 01	17 44	0 41	119	120		6 39 16	+20 11.3	30.0	0.27
28	11 03	18 32	1 19	115	117		7 30 34	+17 57.9	30.3	0.36
29	12 09	19 21	1 52	110	112		8 21 28	+14 50.9	30.7	0.46
30	13 18	20 09	2 21	103	106		9 12 09	+10 56.4	31.2	0.56

6 апр.	22ч 19м - полнолуние	Луна проходит вблизи
13	13ч 50м - посл. четв.	Марса 4 апр. 5ч 44м на 9° к югу
21	10ч 18м - новолуние	Сатурна 7 16ч 46м на 6° югу
29	12ч 57м - перв. четв.	Нептуна 16 17ч 44м на 6° сев.
		Меркурия 19 4ч 57м на 8° сев.
7 апр.	20ч - перигей	Урана 19 11ч 06м на 6° сев.
22	17ч - апогей	Юпитера 22 21ч 32м на 2° сев.
		Венеры 25 5ч 22м на 6° югу

СОЛНЦЕ. Май 2012.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени									
	t_v ч м	t_k ч м	t_s ч м	A °	α ч м с	δ ° ' "	η м с	S_o ч м с	d '					
1	048.5	5 43	12 54	20 6 113	2 34 24.5	+15 08 03	-2 53	14 37 18	31.7					
2	049.5	5 41	12 54	20 7 114	2 38 14.1	+15 26 01	-3 00	14 41 14	31.7					
3	050.5	5 40	12 54	20 8 114	2 42 04.2	+15 43 44	-3 07	14 45 11	31.7					
4	051.5	5 38	12 54	20 10 115	2 45 54.9	+16 01 12	-3 12	14 49 07	31.7					
5	052.5	5 37	12 54	20 11 115	2 49 46.1	+16 18 23	-3 18	14 53 04	31.7					
6	053.5	5 35	12 54	20 12 115	2 53 37.9	+16 35 18	-3 23	14 57 00	31.7					
7	054.5	5 34	12 54	20 14 116	2 57 30.2	+16 51 57	-3 27	15 00 57	31.7					
8	055.5	5 32	12 54	20 15 116	3 01 23.1	+17 08 19	-3 30	15 04 54	31.7					
9	056.5	5 31	12 54	20 16 117	3 05 16.6	+17 24 23	-3 33	15 08 50	31.7					
10	057.5	5 30	12 53	20 17 117	3 09 10.7	+17 40 11	-3 36	15 12 47	31.7					
11	058.5	5 28	12 53	20 19 118	3 13 05.4	+17 55 40	-3 38	15 16 43	31.7					
12	059.5	5 27	12 53	20 20 118	3 17 00.6	+18 10 52	-3 39	15 20 40	31.7					
13	060.5	5 26	12 53	20 21 118	3 20 56.5	+18 25 45	-3 40	15 24 36	31.7					
14	061.5	5 24	12 53	20 22 119	3 24 52.9	+18 40 20	-3 40	15 28 33	31.6					
15	062.5	5 23	12 53	20 24 119	3 28 49.9	+18 54 36	-3 39	15 32 29	31.6					
16	063.5	5 22	12 53	20 25 119	3 32 47.5	+19 08 32	-3 38	15 36 26	31.6					
17	064.5	5 21	12 53	20 26 120	3 36 45.7	+19 22 10	-3 37	15 40 23	31.6					
18	065.5	5 20	12 53	20 27 120	3 40 44.5	+19 35 27	-3 35	15 44 19	31.6					
19	066.5	5 19	12 54	20 28 121	3 44 43.8	+19 48 24	-3 32	15 48 16	31.6					
20	067.5	5 18	12 54	20 29 121	3 48 43.7	+20 01 02	-3 29	15 52 12	31.6					
21	068.5	5 17	12 54	20 31 121	3 52 44.1	+20 13 18	-3 25	15 56 09	31.6					
22	069.5	5 16	12 54	20 32 121	3 56 45.0	+20 25 14	-3 20	16 00 05	31.6					
23	070.5	5 15	12 54	20 33 122	4 00 46.5	+20 36 49	-3 15	16 04 02	31.6					
24	071.5	5 14	12 54	20 34 122	4 04 48.5	+20 48 03	-3 10	16 07 58	31.6					
25	072.5	5 13	12 54	20 35 122	4 08 50.9	+20 58 55	-3 04	16 11 55	31.6					
26	073.5	5 12	12 54	20 36 123	4 12 53.9	+21 09 25	-2 58	16 15 52	31.6					
27	074.5	5 11	12 54	20 37 123	4 16 57.3	+21 19 34	-2 51	16 19 48	31.6					
28	075.5	5 11	12 54	20 38 123	4 21 01.1	+21 29 20	-2 44	16 23 45	31.6					
29	076.5	5 10	12 54	20 39 123	4 25 05.4	+21 38 44	-2 36	16 27 41	31.6					
30	077.5	5 9	12 55	20 40 124	4 29 10.1	+21 47 45	-2 28	16 31 38	31.6					
31	078.5	5 9	12 55	20 41 124	4 33 15.2	+21 56 24	-2 19	16 35 34	31.5					

Планеты: Венера (веч.), Марс, Сатурн (!), Уран (утр. во 2-й пол. мес.?), Нептун (утр.).

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

20-21 мая – кольцеобразное солнечное затмение, в Украине не видно.

Астероиды: Ирис, Юнона, Мельпомена.

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

14 мая в 2 часа Солнце переходит в созвездие Тельца.

ЛУНА. Май 2012.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	14 29	20 58	2 49	96	99	10 02 58	+6 22.8	31.7	0.67
2	15 43	21 49	3 15	88	92	10 54 34	+1 21.0	32.2	0.77
3	17 00	22 41	3 43	80	84	11 47 41	-3 55.1	32.7	0.86
4	18 19	23 37	4 12	72	76	12 43 06	-9 07.2	33.1	0.93
5	19 40	-	4 46	65	69	13 41 23	-13 52.9	33.4	0.98
6	20 58	0 37	5 27	60	63	14 42 41	-17 47.6	33.5	1.00
7	22 10	1 39	6 15	58	59	15 46 22	-20 28.4	33.4	0.99
8	23 13	2 42	7 13	58	57	16 51 01	-21 39.9	33.2	0.95
9	-	3 45	8 19	-	58	17 54 45	-21 18.4	32.8	0.88
10	0 03	4 44	9 29	60	62	18 55 50	-19 32.5	32.3	0.80
11	0 45	5 39	10 41	65	67	19 53 17	-16 38.7	31.8	0.70
12	1 18	6 30	11 51	70	73	20 46 58	-12 56.1	31.3	0.60
13	1 46	7 18	12 58	77	80	21 37 19	-8 42.7	30.8	0.49
14	2 11	8 02	14 04	84	87	22 25 07	-4 13.1	30.4	0.39
15	2 34	8 46	15 07	90	94	23 11 14	+0 20.5	30.1	0.30
16	2 57	9 28	16 10	97	100	23 56 32	+4 48.3	29.8	0.21
17	3 21	10 11	17 11	103	107	0 41 48	+9 01.5	29.6	0.14
18	3 46	10 54	18 13	109	112	1 27 40	+12 51.5	29.5	0.08
19	4 14	11 39	19 13	114	117	2 14 38	+16 10.0	29.4	0.04
20	4 47	12 26	20 11	118	120	3 02 59	+18 48.6	29.4	0.01
21	5 24	13 13	21 06	121	122	3 52 44	+20 39.5	29.4	0.00
22	6 08	14 02	21 56	122	122	4 43 36	+21 36.1	29.5	0.01
23	6 59	14 52	22 41	122	121	5 35 09	+21 34.1	29.7	0.04
24	7 55	15 41	23 20	120	118	6 26 48	+20 32.3	29.9	0.08
25	8 56	16 29	23 54	116	114	7 18 03	+18 32.6	30.1	0.14
26	10 00	17 17	-	111	-	8 08 39	+15 39.6	30.4	0.22
27	11 06	18 04	0 24	105	108	8 58 37	+12 00.0	30.7	0.31
28	12 15	18 52	0 51	98	102	9 48 14	+7 42.2	31.1	0.41
29	13 25	19 40	1 17	91	95	10 38 05	+2 56.1	31.5	0.52
30	14 38	20 30	1 43	83	87	11 28 57	-2 06.8	32.0	0.63
31	15 53	21 22	2 11	75	80	12 21 39	-7 11.9	32.4	0.73

6 мая	6ч 35м - полнолуние	Луна проходит вблизи
13	0ч 47м - посл. четв.	Марса 1 мая 16ч 32м на 8° к югу
21	2ч 47м - новолуние	Сатурна 5 0ч 42м на 6° югу
28	23ч 16м - перв. четв.	Нептуна 14 0ч 47м на 6° сев.
		Урана 16 19ч 33м на 6° сев.
6 мая	7ч - перигей	Меркурия 20 8ч 56м на 2° сев.
19	19ч - апогей	Юпитера 20 16ч 26м на 2° сев.
		Венеры 22 23ч 54м на 5° югу
		Марса 29 14ч 17м на 7° югу

СОЛНЦЕ. Июнь 2012.

Дата J.D. 2456	Для Одессы					В 0ч всемирного времени									
	t_v	t_k	t_s	A		α	δ	η	S_o	d					
	ч м	ч м	ч м	°		ч м с	° ' "	м с	ч м с	'	ч м с	ч м с	ч м с	ч м с	'
1	079.5	5 8	12 55	20 42	124	4 37 20.7	+22 04 40	-2 10	16 39 31	31.5					
2	080.5	5 7	12 55	20 43	124	4 41 26.6	+22 12 32	-2 01	16 43 27	31.5					
3	081.5	5 7	12 55	20 44	125	4 45 32.8	+22 20 02	-1 51	16 47 24	31.5					
4	082.5	5 6	12 55	20 44	125	4 49 39.4	+22 27 07	-1 41	16 51 21	31.5					
5	083.5	5 6	12 56	20 45	125	4 53 46.4	+22 33 50	-1 31	16 55 17	31.5					
6	084.5	5 5	12 56	20 46	125	4 57 53.6	+22 40 09	-1 20	16 59 14	31.5					
7	085.5	5 5	12 56	20 47	125	5 02 01.2	+22 46 03	-1 09	17 03 10	31.5					
8	086.5	5 5	12 56	20 47	125	5 06 09.1	+22 51 34	-0 58	17 07 07	31.5					
9	087.5	5 4	12 56	20 48	126	5 10 17.2	+22 56 41	-0 46	17 11 03	31.5					
10	088.5	5 4	12 56	20 49	126	5 14 25.6	+23 01 24	-0 34	17 15 00	31.5					
11	089.5	5 4	12 57	20 49	126	5 18 34.2	+23 05 42	-0 22	17 18 56	31.5					
12	090.5	5 4	12 57	20 50	126	5 22 43.1	+23 09 36	-0 10	17 22 53	31.5					
13	091.5	5 4	12 57	20 51	126	5 26 52.1	+23 13 05	+0 03	17 26 50	31.5					
14	092.5	5 4	12 57	20 51	126	5 31 01.4	+23 16 10	+0 15	17 30 46	31.5					
15	093.5	5 4	12 58	20 51	126	5 35 10.7	+23 18 50	+0 28	17 34 43	31.5					
16	094.5	5 4	12 58	20 52	126	5 39 20.2	+23 21 05	+0 41	17 38 39	31.5					
17	095.5	5 4	12 58	20 52	126	5 43 29.8	+23 22 56	+0 54	17 42 36	31.5					
18	096.5	5 4	12 58	20 53	126	5 47 39.5	+23 24 21	+1 07	17 46 32	31.5					
19	097.5	5 4	12 58	20 53	126	5 51 49.2	+23 25 23	+1 20	17 50 29	31.5					
20	098.5	5 4	12 59	20 53	126	5 55 59.0	+23 25 59	+1 34	17 54 25	31.5					
21	099.5	5 4	12 59	20 53	126	6 00 08.7	+23 26 10	+1 47	17 58 22	31.5					
22	100.5	5 4	12 59	20 54	126	6 04 18.4	+23 25 57	+2 00	18 02 19	31.5					
23	101.5	5 5	12 59	20 54	126	6 08 28.0	+23 25 19	+2 13	18 06 15	31.5					
24	102.5	5 5	12 59	20 54	126	6 12 37.5	+23 24 16	+2 26	18 10 12	31.5					
25	103.5	5 5	13 0	20 54	126	6 16 46.9	+23 22 48	+2 39	18 14 08	31.5					
26	104.5	5 6	13 0	20 54	126	6 20 56.1	+23 20 56	+2 51	18 18 05	31.5					
27	105.5	5 6	13 0	20 54	126	6 25 05.2	+23 18 39	+3 04	18 22 01	31.5					
28	106.5	5 7	13 0	20 54	126	6 29 14.1	+23 15 58	+3 16	18 25 58	31.5					
29	107.5	5 7	13 1	20 54	126	6 33 22.8	+23 12 52	+3 28	18 29 54	31.5					
30	108.5	5 8	13 1	20 54	126	6 37 31.2	+23 09 22	+3 40	18 33 51	31.5					

Планеты: Меркурий (веч.), Венера (утр. во 2-й пол. мес.?), Марс (веч.), Юпитер (утр.), Сатурн, Уран (утр.), Нептун.

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

21 июня 2ч08м – летнее солнцестояние.

4 июня – частное теневое лунное затмение, в Украине не видно.

6 июня – прохождение Венеры по диску Солнца, видимое в Украине.

Астероиды: Юнона, Мельпомена, Фортуна.

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

21 июня в 10 часов Солнце переходит в созвездие Близнецов.

ЛУНА. Июнь 2012.

Дата	Для Одессы						В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3		α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °		ч м с	° '	'	
1	17 11	22 18	2 41	68	72		13 17 02	-12 01.4	32.8	0.83
2	18 30	23 18	3 17	62	66		14 15 38	-16 14.0	33.1	0.91
3	19 45	-	4 00	59	61		15 17 28	-19 26.7	33.3	0.97
4	20 53	0 21	4 53	57	58		16 21 40	-21 19.0	33.3	1.00
5	21 51	1 24	5 56	59	57		17 26 32	-21 38.9	33.2	1.00
6	22 38	2 26	7 06	62	60		18 30 04	-20 26.9	32.8	0.97
7	23 16	3 25	8 19	68	64		19 30 37	-17 55.2	32.4	0.91
8	23 47	4 20	9 32	74	70		20 27 24	-14 23.3	31.9	0.83
9	-	5 11	10 43	-	77		21 20 26	-10 11.8	31.4	0.74
10	0 14	5 58	11 51	81	84		22 10 19	-5 39.0	30.9	0.65
11	0 38	6 42	12 57	88	91		22 57 53	-0 59.6	30.5	0.55
12	1 02	7 26	14 00	95	98		23 44 03	+3 34.8	30.1	0.45
13	1 25	8 09	15 03	101	104		0 29 40	+7 55.0	29.8	0.35
14	1 50	8 52	16 04	107	110		1 15 31	+11 53.0	29.6	0.26
15	2 17	9 36	17 05	112	115		2 02 11	+15 20.8	29.5	0.18
16	2 48	10 22	18 06	117	119		2 50 08	+18 10.8	29.5	0.12
17	3 24	11 10	19 01	120	122		3 39 31	+20 15.2	29.5	0.06
18	4 05	11 58	19 53	122	122		4 30 14	+21 27.1	29.6	0.02
19	4 54	12 48	20 40	122	122		5 21 53	+21 41.1	29.7	0.00
20	5 49	13 38	21 21	121	119		6 13 55	+20 54.7	29.9	0.00
21	6 49	14 27	21 57	118	115		7 05 45	+19 08.7	30.1	0.02
22	7 52	15 15	22 28	113	110		7 56 55	+16 27.3	30.3	0.06
23	8 58	16 03	22 56	107	104		8 47 15	+12 57.5	30.6	0.11
24	10 06	16 50	23 22	101	97		9 36 53	+8 48.4	30.9	0.19
25	11 15	17 37	23 48	94	90		10 26 15	+4 10.5	31.2	0.27
26	12 25	18 25	-	86	-		11 15 60	-0 44.4	31.5	0.38
27	13 38	19 15	0 14	78	82		12 06 55	-5 43.4	31.9	0.48
28	14 52	20 07	0 42	71	75		12 59 50	-10 31.1	32.2	0.60
29	16 08	21 03	1 14	65	68		13 55 30	-14 50.0	32.5	0.71
30	17 22	22 03	1 53	60	63		14 54 16	-18 20.4	32.8	0.81

4 июня 14ч 12м - полнолуние	Луна проходит вблизи		
11 13ч 41м - посл. четв.	Сатурна	1 июня 8ч 22м на 7° к югу	
19 18ч 2м - новолуние	Нептуна	10 8ч 26м на 6° сев.	
27 6ч 30м - перв. четв.	Урана	13 3ч 45м на 6° сев.	
	Юпитера	17 11ч 26м на 1° сев.	
3 июня 16ч - перигей	Венеры	18 3ч 49м на 2° сев.	
16 4ч - апогей	Меркурия	21 21ч 59м на 6° югу	
	Марса	26 18ч 02м на 6° югу	
	Сатурна	28 15ч 17м на 6° югу	

СОЛНЦЕ. Июль 2012.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени									
	t_a ч м	t_k ч м	t_s ч м	A °	α ч м с	δ ° ' "	η м с	S_o ч м с	d '					
1	109.5	5 8	13 1	20 54	126	6 41 39.4	+23 05 27	+3 52	18 37 48	31.5				
2	110.5	5 9	13 1	20 53	126	6 45 47.3	+23 01 09	+4 03	18 41 44	31.5				
3	111.5	5 9	13 1	20 53	126	6 49 54.9	+22 56 26	+4 14	18 45 41	31.5				
4	112.5	5 10	13 1	20 53	125	6 54 02.2	+22 51 19	+4 25	18 49 37	31.5				
5	113.5	5 11	13 2	20 52	125	6 58 09.2	+22 45 49	+4 35	18 53 34	31.5				
6	114.5	5 12	13 2	20 52	125	7 02 15.8	+22 39 54	+4 46	18 57 30	31.5				
7	115.5	5 12	13 2	20 52	125	7 06 22.1	+22 33 37	+4 55	19 01 27	31.5				
8	116.5	5 13	13 2	20 51	125	7 10 28.0	+22 26 55	+5 05	19 05 23	31.5				
9	117.5	5 14	13 2	20 51	125	7 14 33.5	+22 19 51	+5 14	19 09 20	31.5				
10	118.5	5 15	13 2	20 50	124	7 18 38.7	+22 12 23	+5 22	19 13 17	31.5				
11	119.5	5 16	13 3	20 50	124	7 22 43.4	+22 04 32	+5 30	19 17 13	31.5				
12	120.5	5 16	13 3	20 49	124	7 26 47.7	+21 56 18	+5 38	19 21 10	31.5				
13	121.5	5 17	13 3	20 48	124	7 30 51.5	+21 47 42	+5 45	19 25 06	31.5				
14	122.5	5 18	13 3	20 48	123	7 34 54.9	+21 38 43	+5 52	19 29 03	31.5				
15	123.5	5 19	13 3	20 47	123	7 38 57.8	+21 29 22	+5 59	19 32 59	31.5				
16	124.5	5 20	13 3	20 46	123	7 43 00.2	+21 19 40	+6 04	19 36 56	31.5				
17	125.5	5 21	13 3	20 45	123	7 47 02.1	+21 09 35	+6 10	19 40 52	31.5				
18	126.5	5 22	13 3	20 44	122	7 51 03.5	+20 59 09	+6 15	19 44 49	31.5				
19	127.5	5 23	13 3	20 43	122	7 55 04.4	+20 48 22	+6 19	19 48 46	31.5				
20	128.5	5 24	13 3	20 43	122	7 59 04.7	+20 37 13	+6 23	19 52 42	31.5				
21	129.5	5 25	13 3	20 42	121	8 03 04.4	+20 25 44	+6 26	19 56 39	31.5				
22	130.5	5 27	13 4	20 41	121	8 07 03.6	+20 13 54	+6 28	20 00 35	31.5				
23	131.5	5 28	13 4	20 40	121	8 11 02.1	+20 01 44	+6 30	20 04 32	31.5				
24	132.5	5 29	13 4	20 38	121	8 15 00.1	+19 49 15	+6 32	20 08 28	31.5				
25	133.5	5 30	13 4	20 37	120	8 18 57.4	+19 36 25	+6 33	20 12 25	31.5				
26	134.5	5 31	13 4	20 36	120	8 22 54.2	+19 23 16	+6 33	20 16 21	31.5				
27	135.5	5 32	13 4	20 35	119	8 26 50.3	+19 09 48	+6 32	20 20 18	31.5				
28	136.5	5 33	13 4	20 34	119	8 30 45.8	+18 56 00	+6 31	20 24 15	31.5				
29	137.5	5 35	13 4	20 33	119	8 34 40.7	+18 41 55	+6 30	20 28 11	31.5				
30	138.5	5 36	13 4	20 31	118	8 38 35.0	+18 27 31	+6 27	20 32 08	31.5				
31	139.5	5 37	13 3	20 30	118	8 42 28.6	+18 12 48	+6 24	20 36 04	31.5				

Планеты: Меркурий (веч. в 1-й пол. мес.?), Венера (утр.), Марс (веч.), Юпитер (утр.), Сатурн (веч.), Уран, Нептун.

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

5 июля 4ч54м – Земля в афелии.

Астероиды: Мельпомена, Фортуна, Азия, Тетис.

Кометы: Мачхольца 96P (10-20 июля, $m \sim 6^m$).

Метеоры: Каприконида, Южные δ -Аквариды.

20 июля в 13 часов Солнце переходит в созвездие Рака.

ЛУНА. Июль 2012.

Дата	Для Одессы						В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3		α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °		ч м с	° '	'	
1	18 33	23 05	2 39	58	59		15 55 55	-20 42.6	32.9	0.89
2	19 35	-	3 36	58	57		16 59 23	-21 41.1	33.0	0.95
3	20 27	0 07	4 42	60	58		18 02 59	-21 09.1	32.9	0.99
4	21 10	1 08	5 54	65	62		19 04 55	-19 11.4	32.6	1.00
5	21 45	2 05	7 08	71	67		20 03 54	-16 02.5	32.3	0.98
6	22 15	2 59	8 21	78	74		20 59 24	-12 02.3	31.9	0.93
7	22 41	3 49	9 33	85	81		21 51 36	-7 31.1	31.4	0.87
8	23 05	4 36	10 41	92	88		22 41 06	-2 46.9	30.9	0.79
9	23 29	5 21	11 47	98	95		23 28 44	+1 56.1	30.5	0.70
10	23 53	6 04	12 51	105	102		0 15 18	+6 26.7	30.1	0.61
11	-	6 48	13 53	-	108		1 01 37	+10 35.7	29.8	0.51
12	0 20	7 32	14 55	110	113		1 48 22	+14 15.5	29.7	0.41
13	0 49	8 18	15 55	115	118		2 36 03	+17 18.6	29.5	0.32
14	1 23	9 04	16 52	119	121		3 24 60	+19 38.0	29.5	0.24
15	2 02	9 53	17 46	121	122		4 15 17	+21 07.1	29.6	0.16
16	2 48	10 42	18 35	122	122		5 06 42	+21 39.9	29.7	0.10
17	3 40	11 32	19 19	122	120		5 58 50	+21 12.8	29.9	0.05
18	4 39	12 22	19 57	119	117		6 51 07	+19 44.9	30.2	0.02
19	5 42	13 11	20 31	115	112		7 43 02	+17 18.7	30.4	0.00
20	6 48	14 00	21 00	110	106		8 34 17	+14 00.3	30.7	0.01
21	7 57	14 48	21 27	103	99		9 24 49	+9 58.7	31.0	0.04
22	9 06	15 35	21 53	96	92		10 14 52	+5 24.9	31.2	0.09
23	10 16	16 23	22 19	88	85		11 04 55	+0 31.7	31.5	0.16
24	11 28	17 12	22 47	81	78		11 55 37	-4 27.1	31.7	0.25
25	12 41	18 03	23 17	74	71		12 47 41	-9 16.4	32.0	0.35
26	13 55	18 57	23 52	67	65		13 41 49	-13 39.7	32.2	0.46
27	15 08	19 54	-	62	-		14 38 27	-17 19.9	32.3	0.57
28	16 18	20 53	0 35	59	60		15 37 37	-19 59.7	32.5	0.68
29	17 22	21 53	1 25	57	58		16 38 46	-21 24.4	32.5	0.79
30	18 17	22 53	2 25	59	58		17 40 42	-21 25.3	32.5	0.87
31	19 03	23 51	3 33	63	60		18 41 57	-20 02.1	32.4	0.94

3 июля	21ч 52м - полнолуние	Луна проходит вблизи		
11	4ч 48м - посл. четв.	Нептуна	7 июля	16ч 45м на 6° к сев.
19	7ч 24м - новолуние	Урана	10	11ч 53м на 5° сев.
26	11ч 56м - перв. четв.	Юпитера	15	6ч 06м на 0.5° сев.
		Венеры	15	18ч 29м на 4° сев.
1 июля	21ч - перигей	Меркурия	20	10ч 50м на 0.6° югу
13	20ч - апогей	Марса	25	1ч 07м на 4° югу
29	12ч - перигей	Сатурна	25	22ч 07м на 6° югу

СОЛНЦЕ. Август 2012.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени									
	t_v	t_k	t_s	A	α	δ	η	S_o	d					
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ' "	м с	ч м с	'					
1	140.5	5 38	13 3	20 29 118	8 46 21.7	+17 57 48	+6 21	20 40 01	31.5					
2	141.5	5 39	13 3	20 27 117	8 50 14.1	+17 42 31	+6 17	20 43 57	31.5					
3	142.5	5 41	13 3	20 26 117	8 54 05.9	+17 26 56	+6 12	20 47 54	31.5					
4	143.5	5 42	13 3	20 25 116	8 57 57.1	+17 11 04	+6 07	20 51 50	31.5					
5	144.5	5 43	13 3	20 23 116	9 01 47.7	+16 54 56	+6 01	20 55 47	31.5					
6	145.5	5 44	13 3	20 22 116	9 05 37.7	+16 38 31	+5 54	20 59 44	31.5					
7	146.5	5 45	13 3	20 20 115	9 09 27.1	+16 21 49	+5 47	21 03 40	31.5					
8	147.5	5 47	13 3	20 19 115	9 13 16.0	+16 04 52	+5 39	21 07 37	31.5					
9	148.5	5 48	13 3	20 17 114	9 17 04.3	+15 47 40	+5 31	21 11 33	31.6					
10	149.5	5 49	13 2	20 16 114	9 20 52.0	+15 30 12	+5 22	21 15 30	31.6					
11	150.5	5 50	13 2	20 14 113	9 24 39.2	+15 12 29	+5 13	21 19 26	31.6					
12	151.5	5 52	13 2	20 13 113	9 28 25.8	+14 54 31	+5 03	21 23 23	31.6					
13	152.5	5 53	13 2	20 11 112	9 32 11.9	+14 36 19	+4 53	21 27 19	31.6					
14	153.5	5 54	13 2	20 9 112	9 35 57.5	+14 17 53	+4 42	21 31 16	31.6					
15	154.5	5 56	13 2	20 8 112	9 39 42.5	+13 59 14	+4 30	21 35 13	31.6					
16	155.5	5 57	13 1	20 6 111	9 43 27.0	+13 40 21	+4 18	21 39 09	31.6					
17	156.5	5 58	13 1	20 4 111	9 47 11.0	+13 21 15	+4 05	21 43 06	31.6					
18	157.5	5 59	13 1	20 3 110	9 50 54.5	+13 01 56	+3 52	21 47 02	31.6					
19	158.5	6 1	13 1	20 1 110	9 54 37.5	+12 42 25	+3 39	21 50 59	31.6					
20	159.5	6 2	13 0	19 59 109	9 58 19.9	+12 22 42	+3 25	21 54 55	31.6					
21	160.5	6 3	13 0	19 57 109	10 02 01.9	+12 02 48	+3 10	21 58 52	31.6					
22	161.5	6 4	13 0	19 56 108	10 05 43.5	+11 42 42	+2 55	22 02 48	31.6					
23	162.5	6 6	13 0	19 54 108	10 09 24.5	+11 22 24	+2 40	22 06 45	31.6					
24	163.5	6 7	12 59	19 52 107	10 13 05.2	+11 01 57	+2 24	22 10 42	31.6					
25	164.5	6 8	12 59	19 50 107	10 16 45.4	+10 41 19	+2 07	22 14 38	31.6					
26	165.5	6 10	12 59	19 48 106	10 20 25.1	+10 20 30	+1 50	22 18 35	31.7					
27	166.5	6 11	12 59	19 46 106	10 24 04.5	+9 59 33	+1 33	22 22 31	31.7					
28	167.5	6 12	12 58	19 45 105	10 27 43.4	+9 38 25	+1 16	22 26 28	31.7					
29	168.5	6 13	12 58	19 43 104	10 31 22.0	+9 17 09	+0 58	22 30 24	31.7					
30	169.5	6 15	12 58	19 41 104	10 35 00.2	+8 55 44	+0 39	22 34 21	31.7					
31	170.5	6 16	12 57	19 39 103	10 38 38.1	+8 34 10	+0 21	22 38 17	31.7					

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

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

17 августа 11ч40м – Марс проходит южнее Сатурна на 2.9°.

Астероиды: Мельпомена, Фортуна, Азия, Тетис, Гигея, Парфенопа, Паллада.

Метеоры: Персеиды (максимум 12 августа).

10 августа в 13 часов Солнце переходит в созвездие Льва.

ЛУНА. Август 2012.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	19 41	-	4 45	68	64	19 41 12	-17 23.7	32.2	0.98
2	20 13	0 46	5 59	74	70	20 37 42	-13 45.8	31.9	1.00
3	20 41	1 38	7 11	81	77	21 31 15	-9 27.0	31.6	0.99
4	21 07	2 26	8 21	88	84	22 22 13	-4 46.0	31.2	0.96
5	21 31	3 13	9 29	95	92	23 11 09	+0 00.9	30.8	0.90
6	21 56	3 58	10 35	102	99	23 58 48	+4 40.1	30.4	0.84
7	22 22	4 42	11 39	108	105	0 45 52	+9 00.5	30.1	0.76
8	22 50	5 27	12 42	113	111	1 32 58	+12 53.3	29.9	0.67
9	23 22	6 12	13 43	117	116	2 20 40	+16 10.6	29.7	0.58
10	23 59	6 58	14 42	120	119	3 09 18	+18 45.7	29.6	0.48
11	-	7 46	15 37	-	121	3 59 05	+20 32.2	29.6	0.39
12	0 42	8 35	16 28	122	122	4 49 56	+21 24.8	29.7	0.30
13	1 32	9 24	17 13	122	121	5 41 37	+21 19.3	29.9	0.21
14	2 27	10 14	17 54	120	118	6 33 44	+20 13.7	30.1	0.14
15	3 29	11 04	18 30	117	114	7 25 51	+18 08.8	30.4	0.08
16	4 34	11 53	19 01	112	108	8 17 40	+15 08.5	30.7	0.03
17	5 42	12 42	19 30	106	102	9 09 02	+11 19.9	31.1	0.01
18	6 52	13 31	19 57	99	95	10 00 04	+6 53.3	31.4	0.00
19	8 04	14 19	20 24	91	87	10 51 06	+2 01.3	31.7	0.02
20	9 16	15 09	20 51	84	80	11 42 39	-3 01.1	31.9	0.07
21	10 30	16 00	21 21	76	73	12 35 18	-7 57.5	32.1	0.14
22	11 44	16 54	21 55	69	67	13 29 36	-12 30.3	32.2	0.22
23	12 58	17 49	22 35	64	62	14 25 55	-16 21.8	32.3	0.32
24	14 09	18 47	23 23	60	59	15 24 17	-19 15.5	32.3	0.43
25	15 14	19 46	-	58	-	16 24 14	-20 57.9	32.3	0.55
26	16 11	20 45	0 18	58	58	17 24 50	-21 20.8	32.2	0.66
27	16 59	21 42	1 22	61	59	18 24 55	-20 23.2	32.1	0.76
28	17 39	22 37	2 30	66	63	19 23 22	-18 11.4	31.9	0.85
29	18 13	23 29	3 42	72	68	20 19 29	-14 57.9	31.7	0.92
30	18 42	-	4 53	78	74	21 13 05	-10 58.3	31.5	0.97
31	19 09	0 18	6 03	85	81	22 04 20	-6 29.4	31.2	0.99
2 авг.	6ч 27м -	полнолуние	Луна проходит вблизи						
9	21ч 55м -	посл. четв.	Нептуна	4 авг.	1ч 00м на 6° к	сев.			
17	18ч 54м -	новолуние	Урана	6	19ч 44м на 5°	сев.			
24	16ч 54м -	перв. четв.	Юпитера	11	23ч 29м на 0.1°	югу			
31	16ч 58м -	полнолуние	Венеры	13	22ч 41м на 0.6°	сев.			
			Меркурия	16	8ч 05м на 4°	югу			
10 авг.	14ч -	апогей	Сатурна	22	6ч 21м на 6°	югу			
23	23ч -	перигей	Марса	22	10ч 51м на 2°	югу			
			Нептуна	31	8ч 15м на 6°	сев.			

СОЛНЦЕ. Сентябрь 2012.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени								
	t_v ч м	t_k ч м	t_s ч м	A °	α ч м с	δ ° ' "	η м с	S_o ч м с	d '				
1	171.5	6 17	12 57	19 37	103	10 42 15.7	+8 12 28	+0 02	22 42 14	31.7			
2	172.5	6 18	12 57	19 35	102	10 45 52.9	+7 50 38	-0 18	22 46 11	31.7			
3	173.5	6 20	12 56	19 33	102	10 49 29.9	+7 28 40	-0 37	22 50 07	31.7			
4	174.5	6 21	12 56	19 31	101	10 53 06.7	+7 06 35	-0 57	22 54 04	31.7			
5	175.5	6 22	12 56	19 29	101	10 56 43.2	+6 44 23	-1 17	22 58 00	31.7			
6	176.5	6 23	12 55	19 27	100	11 00 19.5	+6 22 05	-1 37	23 01 57	31.7			
7	177.5	6 25	12 55	19 25	100	11 03 55.6	+5 59 40	-1 58	23 05 53	31.7			
8	178.5	6 26	12 55	19 24	99	11 07 31.6	+5 37 09	-2 18	23 09 50	31.7			
9	179.5	6 27	12 54	19 22	99	11 11 07.4	+5 14 32	-2 39	23 13 46	31.8			
10	180.5	6 29	12 54	19 20	98	11 14 43.0	+4 51 49	-3 00	23 17 43	31.8			
11	181.5	6 30	12 54	19 18	97	11 18 18.6	+4 29 02	-3 21	23 21 40	31.8			
12	182.5	6 31	12 53	19 16	97	11 21 54.0	+4 06 10	-3 42	23 25 36	31.8			
13	183.5	6 32	12 53	19 14	96	11 25 29.4	+3 43 14	-4 03	23 29 33	31.8			
14	184.5	6 34	12 53	19 12	96	11 29 04.7	+3 20 13	-4 25	23 33 29	31.8			
15	185.5	6 35	12 52	19 10	95	11 32 39.9	+2 57 09	-4 46	23 37 26	31.8			
16	186.5	6 36	12 52	19 8	95	11 36 15.2	+2 34 01	-5 07	23 41 22	31.8			
17	187.5	6 37	12 52	19 6	94	11 39 50.4	+2 10 51	-5 28	23 45 19	31.8			
18	188.5	6 39	12 51	19 4	93	11 43 25.6	+1 47 38	-5 50	23 49 15	31.8			
19	189.5	6 40	12 51	19 2	93	11 47 00.8	+1 24 22	-6 11	23 53 12	31.8			
20	190.5	6 41	12 51	19 0	92	11 50 36.1	+1 01 05	-6 32	23 57 09	31.9			
21	191.5	6 43	12 50	18 58	92	11 54 11.4	+0 37 46	-6 54	0 01 05	31.9			
22	192.5	6 44	12 50	18 56	91	11 57 46.8	+0 14 26	-7 15	0 05 02	31.9			
23	193.5	6 45	12 49	18 54	91	12 01 22.3	-0 08 55	-7 36	0 08 58	31.9			
24	194.5	6 46	12 49	18 52	90	12 04 57.9	-0 32 17	-7 57	0 12 55	31.9			
25	195.5	6 48	12 49	18 50	90	12 08 33.6	-0 55 38	-8 18	0 16 51	31.9			
26	196.5	6 49	12 48	18 48	89	12 12 09.5	-1 19 00	-8 38	0 20 48	31.9			
27	197.5	6 50	12 48	18 46	88	12 15 45.5	-1 42 21	-8 59	0 24 44	31.9			
28	198.5	6 52	12 48	18 44	88	12 19 21.8	-2 05 42	-9 19	0 28 41	31.9			
29	199.5	6 53	12 47	18 42	87	12 22 58.2	-2 29 01	-9 39	0 32 38	31.9			
30	200.5	6 54	12 47	18 40	87	12 26 35.0	-2 52 19	-9 59	0 36 34	31.9			

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

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

22 сентября 17ч48м – осеннее равноденствие.

Астероиды: Гигея, Парфенопа, Паллада, Эвринома, Веста.

Метеоры: α - и δ -Аурикиды.

16 сентября в 14 часов Солнце переходит в созвездие Девы.

ЛУНА. Сентябрь 2012.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	19 34	1 05	7 11	92	88	22 53 45	-1 47.3	30.9	1.00
2	19 58	1 51	8 18	99	96	23 41 55	+2 53.6	30.6	0.98
3	20 24	2 35	9 23	105	102	0 29 25	+7 21.1	30.3	0.94
4	20 52	3 20	10 27	111	108	1 16 52	+11 24.4	30.0	0.88
5	21 22	4 06	11 29	115	113	2 04 41	+14 54.8	29.8	0.81
6	21 57	4 52	12 29	119	118	2 53 14	+17 44.6	29.6	0.73
7	22 38	5 39	13 25	121	120	3 42 40	+19 47.4	29.6	0.65
8	23 24	6 27	14 18	122	122	4 32 57	+20 58.2	29.6	0.55
9	-	7 16	15 06	-	121	5 23 57	+21 13.1	29.7	0.46
10	0 16	8 05	15 48	121	119	6 15 22	+20 30.0	29.9	0.36
11	1 14	8 54	16 25	118	116	7 06 54	+18 48.9	30.2	0.27
12	2 17	9 43	16 59	114	111	7 58 21	+16 12.0	30.6	0.19
13	3 24	10 32	17 29	108	105	8 49 37	+12 44.3	31.0	0.12
14	4 33	11 21	17 57	102	98	9 40 50	+8 33.4	31.4	0.06
15	5 44	12 10	18 24	95	91	10 32 19	+3 50.0	31.8	0.02
16	6 58	13 01	18 52	87	83	11 24 31	-1 12.0	32.2	0.00
17	8 13	13 53	19 22	79	76	12 17 59	-6 16.0	32.4	0.01
18	9 29	14 47	19 56	72	69	13 13 11	-11 02.7	32.6	0.05
19	10 45	15 43	20 35	66	64	14 10 26	-15 12.0	32.7	0.11
20	11 58	16 42	21 21	61	60	15 09 39	-18 25.1	32.6	0.20
21	13 06	17 41	22 15	59	58	16 10 17	-20 26.6	32.5	0.30
22	14 06	18 40	23 16	58	59	17 11 19	-21 08.1	32.3	0.41
23	14 56	19 37	-	61	-	18 11 32	-20 28.8	32.1	0.52
24	15 38	20 32	0 23	64	62	19 09 53	-18 35.3	31.8	0.63
25	16 14	21 24	1 32	70	66	20 05 45	-15 39.7	31.6	0.73
26	16 44	22 13	2 42	76	72	20 59 00	-11 56.8	31.3	0.82
27	17 11	23 00	3 51	83	79	21 49 56	-7 41.9	31.0	0.90
28	17 36	23 45	4 59	89	86	22 39 03	-3 09.4	30.8	0.95
29	18 01	-	6 05	96	93	23 26 59	+1 26.9	30.5	0.99
30	18 26	0 30	7 10	102	100	0 14 19	+5 55.0	30.2	1.00

8 сен.	16ч 15м - посл. четв.	Луна проходит вблизи		
16	5ч 11м - новолуние	Урана	3 сент.	2ч 44м на 5° к сев.
22	22ч 41м - перв. четв.	Юпитера	8	14ч 04м на 0.6° югу
30	6ч 19м - полнолуние	Венеры	12	20ч 09м на 4° югу
		Меркурия	16	18ч 55м на 6° югу
7 сен.	9ч - апогей	Сатурна	18	17ч 25м на 5° югу
19	6ч - перигей	Марса	19	23ч 27м на 0.2° югу
		Нептуна	27	14ч 02м на 6° сев.
		Урана	30	8ч 27м на 5° сев.

СОЛНЦЕ. Октябрь 2012.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени								
	t_v	t_k	t_s	A	α	δ	η	S_o	d				
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ' "	м с	ч м с	'				
1	201.5	6 56	12 47	18 38	86	12 30 11.9	-3 15 35	-10 19	0 40 31	32.0			
2	202.5	6 57	12 46	18 36	86	12 33 49.2	-3 38 49	-10 38	0 44 27	32.0			
3	203.5	6 58	12 46	18 34	85	12 37 26.8	-4 02 01	-10 57	0 48 24	32.0			
4	204.5	7 0	12 46	18 32	84	12 41 04.7	-4 25 10	-11 16	0 52 20	32.0			
5	205.5	7 1	12 46	18 30	84	12 44 43.0	-4 48 15	-11 34	0 56 17	32.0			
6	206.5	7 2	12 45	18 28	83	12 48 21.7	-5 11 18	-11 52	1 00 13	32.0			
7	207.5	7 4	12 45	18 26	83	12 52 00.8	-5 34 16	-12 09	1 04 10	32.0			
8	208.5	7 5	12 45	18 24	82	12 55 40.4	-5 57 10	-12 26	1 08 07	32.0			
9	209.5	7 6	12 44	18 23	82	12 59 20.3	-6 20 00	-12 43	1 12 03	32.0			
10	210.5	7 8	12 44	18 21	81	13 03 00.8	-6 42 45	-12 59	1 16 00	32.0			
11	211.5	7 9	12 44	18 19	81	13 06 41.7	-7 05 25	-13 14	1 19 56	32.0			
12	212.5	7 10	12 44	18 17	80	13 10 23.1	-7 27 58	-13 30	1 23 53	32.1			
13	213.5	7 12	12 43	18 15	79	13 14 05.1	-7 50 26	-13 44	1 27 49	32.1			
14	214.5	7 13	12 43	18 13	79	13 17 47.5	-8 12 47	-13 58	1 31 46	32.1			
15	215.5	7 14	12 43	18 11	78	13 21 30.6	-8 35 02	-14 12	1 35 42	32.1			
16	216.5	7 16	12 43	18 10	78	13 25 14.2	-8 57 09	-14 25	1 39 39	32.1			
17	217.5	7 17	12 42	18 8	77	13 28 58.4	-9 19 08	-14 37	1 43 36	32.1			
18	218.5	7 19	12 42	18 6	77	13 32 43.2	-9 40 59	-14 49	1 47 32	32.1			
19	219.5	7 20	12 42	18 4	76	13 36 28.5	-10 02 42	-15 00	1 51 29	32.1			
20	220.5	7 21	12 42	18 2	76	13 40 14.5	-10 24 16	-15 11	1 55 25	32.1			
21	221.5	7 23	12 42	18 1	75	13 44 01.2	-10 45 41	-15 21	1 59 22	32.1			
22	222.5	7 24	12 42	17 59	75	13 47 48.4	-11 06 56	-15 30	2 03 18	32.1			
23	223.5	7 26	12 41	17 57	74	13 51 36.3	-11 28 01	-15 38	2 07 15	32.2			
24	224.5	7 27	12 41	17 56	74	13 55 24.9	-11 48 55	-15 46	2 11 11	32.2			
25	225.5	7 28	12 41	17 54	73	13 59 14.2	-12 09 39	-15 54	2 15 08	32.2			
26	226.5	7 30	12 41	17 52	73	14 03 04.2	-12 30 11	-16 00	2 19 05	32.2			
27	227.5	7 31	12 41	17 51	72	14 06 54.9	-12 50 32	-16 06	2 23 01	32.2			
28	228.5	6 33	11 41	16 49	72	14 10 46.3	-13 10 41	-16 11	2 26 58	32.2			
29	229.5	6 34	11 41	16 47	71	14 14 38.5	-13 30 37	-16 16	2 30 54	32.2			
30	230.5	6 36	11 41	16 46	71	14 18 31.5	-13 50 21	-16 19	2 34 51	32.2			
31	231.5	6 37	11 41	16 44	70	14 22 25.2	-14 09 51	-16 22	2 38 47	32.2			

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

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

Астероиды: Гигея, Парфенопа, Паллада, Эвринома, Веста, Церера, Метис.

Метеоры: Дракониды (максимум 8 октября), Ориониды (максимум 21 октября).

31 октября в 2 часа Солнце переходит в созвездие Весов.

ЛУНА. Октябрь 2012.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	18 53	1 15	8 14	108	106	1 01 38	+10 03.9	30.0	0.99
2	19 23	2 00	9 16	113	111	1 49 22	+13 43.6	29.8	0.97
3	19 56	2 46	10 17	117	116	2 37 48	+16 45.6	29.6	0.92
4	20 35	3 33	11 15	120	119	3 27 03	+19 02.7	29.5	0.87
5	21 18	4 20	12 09	121	121	4 17 03	+20 29.2	29.5	0.80
6	22 08	5 08	12 58	121	121	5 07 35	+21 01.4	29.5	0.72
7	23 03	5 57	13 42	119	120	5 58 22	+20 37.2	29.7	0.63
8	-	6 45	14 21	-	117	6 49 06	+19 17.0	29.9	0.53
9	0 02	7 33	14 55	116	113	7 39 37	+17 02.7	30.2	0.43
10	1 06	8 21	15 26	111	108	8 29 55	+13 58.2	30.6	0.34
11	2 12	9 09	15 55	105	101	9 20 10	+10 09.2	31.0	0.24
12	3 21	9 57	16 22	98	94	10 10 46	+5 43.7	31.5	0.16
13	4 33	10 47	16 50	91	87	11 02 14	+0 52.4	32.0	0.09
14	5 47	11 39	17 19	83	79	11 55 14	-4 10.7	32.5	0.03
15	7 04	12 33	17 52	75	72	12 50 20	-9 07.6	32.8	0.00
16	8 22	13 30	18 29	68	66	13 47 59	-13 37.1	33.1	0.00
17	9 39	14 29	19 14	63	61	14 48 12	-17 16.8	33.1	0.03
18	10 52	15 31	20 07	60	59	15 50 25	-19 47.0	33.1	0.09
19	11 57	16 32	21 08	58	59	16 53 24	-20 54.5	32.9	0.17
20	12 52	17 31	22 14	60	61	17 55 39	-20 36.0	32.6	0.27
21	13 38	18 28	23 34	63	65	18 55 47	-18 58.2	32.2	0.37
22	14 15	19 21	-	68	-	19 52 57	-16 14.5	31.8	0.48
23	14 47	20 11	0 34	74	71	20 46 59	-12 41.1	31.4	0.59
24	15 15	20 58	1 43	81	77	21 38 13	-8 34.4	31.1	0.70
25	15 40	21 43	2 50	87	84	22 27 16	-4 08.9	30.7	0.79
26	16 05	22 28	3 56	94	91	23 14 52	+0 22.6	30.4	0.86
27	16 30	23 12	5 01	100	97	0 01 45	+4 48.8	30.2	0.92
28	15 56	22 56	5 04	106	104	0 48 34	+8 59.4	29.9	0.97
29	16 24	23 42	6 07	112	109	1 35 49	+12 44.7	29.8	0.99
30	16 57	-	7 08	116	114	2 23 52	+15 55.8	29.6	1.00
31	17 33	0 28	8 07	119	118	3 12 52	+18 24.8	29.5	0.99
8 окт.	10ч 33м - посл. четв.	Луна проходит вблизи							
15	15ч 02м - новолуние	Юпитера							
22	6ч 32м - перв. четв.	Венеры							
29	21ч 49м - полнолуние	Сатурна							
		Меркурия							
5 окт.	4ч - апогей	Марса							
17	4ч - перигей	Нептуна							
		Урана							
5 окт.	23ч 56м на 0.9° к югу								
12	22ч 09м на 6° югу								
16	7ч 37м на 5° югу								
17	4ч 42м на 1° сев.								
18	16ч 07м на 2° сев.								
24	18ч 57м на 6° сев.								
27	12ч 01м на 5° сев.								

СОЛНЦЕ. Ноябрь 2012.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени							
	t_v ч м	t_k ч м	t_s ч м	A °	α ч м с	δ ° ' "	η м с	S_o ч м с	d '			
1	232.5	6 38	11 41	16 43	70	14 26 19.7	-14 29 08	-16 24	2 42 44	32.2		
2	233.5	6 40	11 41	16 41	69	14 30 15.1	-14 48 11	-16 25	2 46 40	32.2		
3	234.5	6 41	11 41	16 40	69	14 34 11.2	-15 06 60	-16 26	2 50 37	32.2		
4	235.5	6 43	11 41	16 38	68	14 38 08.2	-15 25 34	-16 25	2 54 34	32.3		
5	236.5	6 44	11 41	16 37	68	14 42 06.0	-15 43 53	-16 24	2 58 30	32.3		
6	237.5	6 46	11 41	16 36	67	14 46 04.7	-16 01 56	-16 22	3 02 27	32.3		
7	238.5	6 47	11 41	16 34	67	14 50 04.2	-16 19 43	-16 19	3 06 23	32.3		
8	239.5	6 49	11 41	16 33	66	14 54 04.6	-16 37 14	-16 15	3 10 20	32.3		
9	240.5	6 50	11 41	16 32	66	14 58 05.9	-16 54 28	-16 10	3 14 16	32.3		
10	241.5	6 52	11 41	16 30	66	15 02 08.0	-17 11 25	-16 05	3 18 13	32.3		
11	242.5	6 53	11 41	16 29	65	15 06 10.9	-17 28 04	-15 58	3 22 09	32.3		
12	243.5	6 54	11 41	16 28	65	15 10 14.8	-17 44 25	-15 51	3 26 06	32.3		
13	244.5	6 56	11 41	16 27	64	15 14 19.5	-18 00 28	-15 43	3 30 03	32.3		
14	245.5	6 57	11 41	16 26	64	15 18 25.0	-18 16 12	-15 34	3 33 59	32.3		
15	246.5	6 59	11 42	16 25	64	15 22 31.4	-18 31 37	-15 24	3 37 56	32.3		
16	247.5	7 0	11 42	16 24	63	15 26 38.7	-18 46 42	-15 13	3 41 52	32.3		
17	248.5	7 2	11 42	16 23	63	15 30 46.8	-19 01 27	-15 02	3 45 49	32.4		
18	249.5	7 3	11 42	16 22	62	15 34 55.7	-19 15 52	-14 50	3 49 45	32.4		
19	250.5	7 4	11 42	16 21	62	15 39 05.4	-19 29 56	-14 36	3 53 42	32.4		
20	251.5	7 6	11 43	16 20	62	15 43 15.9	-19 43 39	-14 23	3 57 38	32.4		
21	252.5	7 7	11 43	16 19	61	15 47 27.2	-19 57 00	-14 08	4 01 35	32.4		
22	253.5	7 8	11 43	16 18	61	15 51 39.2	-20 10 00	-13 52	4 05 31	32.4		
23	254.5	7 10	11 43	16 17	61	15 55 52.1	-20 22 37	-13 36	4 09 28	32.4		
24	255.5	7 11	11 44	16 16	60	16 00 05.7	-20 34 52	-13 19	4 13 25	32.4		
25	256.5	7 12	11 44	16 16	60	16 04 20.0	-20 46 43	-13 01	4 17 21	32.4		
26	257.5	7 14	11 44	16 15	60	16 08 35.1	-20 58 12	-12 43	4 21 18	32.4		
27	258.5	7 15	11 45	16 14	59	16 12 50.9	-21 09 17	-12 23	4 25 14	32.4		
28	259.5	7 16	11 45	16 14	59	16 17 07.5	-21 19 58	-12 03	4 29 11	32.4		
29	260.5	7 18	11 45	16 13	59	16 21 24.7	-21 30 15	-11 43	4 33 07	32.4		
30	261.5	7 19	11 46	16 13	59	16 25 42.6	-21 40 07	-11 21	4 37 04	32.4		

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

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

13-14 ноября – полное солнечное затмение, в Украине не видно.

28 ноября – частное полутеневое лунное затмение, видимое в Украине.

27 ноября 7ч11м – Венера проходит южнее Сатурна на 0.6°.

Астероиды: Парфенопа, Паллада, Веста, Церера, Метис.

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

23 ноября в 9 часов Солнце переходит в созвездие Скорпиона.

29 ноября в 17 часов Солнце переходит в созвездие Змееносца.

ЛУНА. Ноябрь 2012.

Дата	Для Одессы						В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3		α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °		ч м с	° '	'	
1	18 15	1 15	9 02	121	120		4 02 42	+20 05.0	29.4	0.96
2	19 02	2 03	9 53	121	121		4 53 07	+20 52.0	29.4	0.91
3	19 55	2 52	10 39	120	120		5 43 43	+20 43.3	29.5	0.85
4	20 52	3 40	11 19	117	118		6 34 07	+19 39.2	29.6	0.78
5	21 53	4 27	11 54	113	114		7 24 02	+17 42.2	29.8	0.70
6	22 56	5 14	12 26	107	110		8 13 25	+14 56.4	30.1	0.60
7	-	6 00	12 54	-	104		9 02 26	+11 27.4	30.5	0.50
8	0 02	6 47	13 21	101	98		9 51 27	+7 21.7	30.9	0.40
9	1 10	7 35	13 48	94	90		10 41 05	+2 47.9	31.4	0.30
10	2 21	8 24	14 15	87	83		11 32 03	-2 03.6	32.0	0.21
11	3 35	9 15	14 46	79	76		12 25 09	-6 58.7	32.5	0.12
12	4 52	10 10	15 20	72	69		13 21 05	-11 39.3	32.9	0.06
13	6 10	11 09	16 01	66	64		14 20 17	-15 43.8	33.3	0.01
14	7 27	12 11	16 51	61	60		15 22 35	-18 48.7	33.4	0.00
15	8 38	13 15	17 50	59	59		16 26 58	-20 34.4	33.4	0.02
16	9 41	14 17	18 57	59	60		17 31 45	-20 50.0	33.2	0.06
17	10 32	15 18	20 09	62	63		18 35 01	-19 37.1	32.9	0.14
18	11 14	16 14	21 22	66	69		19 35 18	-17 08.1	32.5	0.23
19	11 49	17 07	22 33	72	75		20 31 58	-13 41.6	32.0	0.33
20	12 18	17 55	23 42	79	82		21 25 09	-9 36.9	31.5	0.44
21	12 45	18 42	-	85	-		22 15 26	-5 11.2	31.0	0.54
22	13 10	19 26	0 49	92	89		23 03 38	-0 38.7	30.6	0.64
23	13 34	20 10	1 53	98	95		23 50 38	+3 49.2	30.3	0.74
24	14 00	20 54	2 57	105	102		0 37 11	+8 02.6	30.0	0.82
25	14 27	21 39	3 59	110	108		1 23 59	+11 52.9	29.8	0.89
26	14 58	22 25	5 00	115	113		2 11 30	+15 11.7	29.6	0.94
27	15 33	23 12	6 00	118	117		3 00 00	+17 51.1	29.5	0.98
28	16 13	-	6 57	120	120		3 49 32	+19 44.2	29.4	1.00
29	16 58	0 00	7 49	121	121		4 39 52	+20 45.3	29.4	1.00
30	17 50	0 48	8 37	120	121		5 30 35	+20 51.2	29.4	0.98

7 нояб.	2ч 36м - посл. четв.	Луна проходит вблизи			
14	0ч 08м - новолуние	Юпитера	2 нояб.	3ч 05м на 0.9° к югу	
20	16ч 31м - перв. четв.	Венеры	11	19ч 51м на 5° югу	
28	16ч 46м - полнолуние	Сатурна	12	22ч 46м на 4° югу	
		Меркурия	14	12ч 18м на 1° сев.	
1 нояб.	18ч - апогей	Марса	16	11ч 42м на 4° сев.	
14	12ч - перигей	Нептуна	20	23ч 44м на 6° сев.	
28	22ч - апогей	Урана	23	16ч 27м на 5° сев.	
		Юпитера	29	2ч 53м на 0.6° югу	

СОЛНЦЕ. Декабрь 2012.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени							
	t_v ч м	t_k ч м	t_s ч м	A °	α ч м с	δ ° ' "	η м с	S_o ч м с	d '			
1	262.5	7 20	11 46	16 12	58	16 30 01.2	-21 49 35	-10 59	4 41 00	32.4		
2	263.5	7 21	11 46	16 12	58	16 34 20.4	-21 58 37	-10 37	4 44 57	32.4		
3	264.5	7 22	11 47	16 11	58	16 38 40.3	-22 07 15	-10 13	4 48 54	32.5		
4	265.5	7 23	11 47	16 11	58	16 43 00.8	-22 15 26	-9 49	4 52 50	32.5		
5	266.5	7 25	11 48	16 11	57	16 47 21.9	-22 23 12	-9 25	4 56 47	32.5		
6	267.5	7 26	11 48	16 11	57	16 51 43.5	-22 30 32	-8 60	5 00 43	32.5		
7	268.5	7 27	11 48	16 10	57	16 56 05.7	-22 37 25	-8 34	5 04 40	32.5		
8	269.5	7 28	11 49	16 10	57	17 00 28.4	-22 43 52	-8 08	5 08 36	32.5		
9	270.5	7 29	11 49	16 10	57	17 04 51.5	-22 49 52	-7 41	5 12 33	32.5		
10	271.5	7 30	11 50	16 10	57	17 09 15.2	-22 55 25	-7 14	5 16 29	32.5		
11	272.5	7 30	11 50	16 10	57	17 13 39.3	-23 00 31	-6 47	5 20 26	32.5		
12	273.5	7 31	11 51	16 10	56	17 18 03.7	-23 05 09	-6 19	5 24 23	32.5		
13	274.5	7 32	11 51	16 10	56	17 22 28.6	-23 09 20	-5 51	5 28 19	32.5		
14	275.5	7 33	11 52	16 10	56	17 26 53.7	-23 13 04	-5 22	5 32 16	32.5		
15	276.5	7 34	11 52	16 11	56	17 31 19.2	-23 16 19	-4 53	5 36 12	32.5		
16	277.5	7 35	11 53	16 11	56	17 35 44.9	-23 19 07	-4 24	5 40 09	32.5		
17	278.5	7 35	11 53	16 11	56	17 40 10.7	-23 21 27	-3 55	5 44 05	32.5		
18	279.5	7 36	11 54	16 11	56	17 44 36.8	-23 23 19	-3 25	5 48 02	32.5		
19	280.5	7 37	11 54	16 12	56	17 49 03.0	-23 24 43	-2 56	5 51 58	32.5		
20	281.5	7 37	11 55	16 12	56	17 53 29.2	-23 25 38	-2 26	5 55 55	32.5		
21	282.5	7 38	11 55	16 13	56	17 57 55.6	-23 26 06	-1 56	5 59 52	32.5		
22	283.5	7 38	11 56	16 13	56	18 02 21.9	-23 26 05	-1 26	6 03 48	32.5		
23	284.5	7 39	11 56	16 14	56	18 06 48.3	-23 25 36	-0 56	6 07 45	32.5		
24	285.5	7 39	11 57	16 14	56	18 11 14.6	-23 24 38	-0 27	6 11 41	32.5		
25	286.5	7 39	11 57	16 15	56	18 15 40.9	-23 23 13	+0 03	6 15 38	32.5		
26	287.5	7 40	11 58	16 16	56	18 20 07.1	-23 21 19	+0 33	6 19 34	32.5		
27	288.5	7 40	11 58	16 16	56	18 24 33.1	-23 18 57	+1 02	6 23 31	32.5		
28	289.5	7 40	11 59	16 17	56	18 28 59.0	-23 16 08	+1 32	6 27 27	32.5		
29	290.5	7 40	11 59	16 18	56	18 33 24.7	-23 12 50	+2 01	6 31 24	32.5		
30	291.5	7 41	12 0	16 19	56	18 37 50.2	-23 09 04	+2 30	6 35 21	32.5		
31	292.5	7 41	12 0	16 19	56	18 42 15.5	-23 04 50	+2 58	6 39 17	32.5		

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

21 декабря 13ч12м – зимнее солнцестояние.

Астероиды: Веста, Церера, Метис, Эгерия.

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

18 декабря в 0 часов Солнце переходит в созвездие Стрельца.

ЛУНА. Декабрь 2012.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	18 45	1 36	9 19	118	119	6 21 11	+20 01.3	29.5	0.95
2	19 45	2 24	9 56	114	116	7 11 15	+18 17.8	29.7	0.90
3	20 47	3 11	10 28	109	111	8 00 33	+15 45.1	29.8	0.84
4	21 50	3 57	10 57	104	106	8 49 06	+12 29.4	30.1	0.76
5	22 56	4 42	11 24	97	100	9 37 10	+8 37.9	30.4	0.67
6	-	5 28	11 49	-	93	10 25 17	+4 18.6	30.8	0.57
7	0 03	6 14	12 15	90	86	11 14 08	-0 19.2	31.3	0.46
8	1 13	7 03	12 43	83	79	12 04 33	-5 04.6	31.8	0.36
9	2 26	7 54	13 14	76	73	12 57 24	-9 43.8	32.3	0.25
10	3 41	8 49	13 50	70	66	13 53 26	-13 59.2	32.7	0.16
11	4 57	9 48	14 34	63	62	14 53 03	-17 30.0	33.1	0.08
12	6 11	10 51	15 28	60	59	15 55 57	-19 54.4	33.4	0.03
13	7 19	11 55	16 31	59	59	17 00 56	-20 54.7	33.5	0.00
14	8 18	12 58	17 43	60	61	18 06 08	-20 22.7	33.4	0.01
15	9 06	13 59	18 58	64	66	19 09 31	-18 23.7	33.1	0.04
16	9 46	14 55	20 13	69	72	20 09 43	-15 13.5	32.7	0.10
17	10 19	15 48	21 26	76	79	21 06 12	-11 13.4	32.2	0.18
18	10 47	16 37	22 36	83	86	21 59 13	-6 44.7	31.7	0.28
19	11 14	17 23	23 43	89	93	22 49 28	-2 05.1	31.1	0.38
20	11 39	18 08	-	96	-	23 37 48	+2 31.1	30.7	0.48
21	12 04	18 52	0 48	102	100	0 25 04	+6 53.2	30.3	0.58
22	12 31	19 37	1 51	108	106	1 12 04	+10 52.2	29.9	0.67
23	13 00	20 22	2 53	113	111	1 59 24	+14 20.6	29.7	0.76
24	13 33	21 09	3 53	117	116	2 47 31	+17 11.2	29.5	0.84
25	14 11	21 56	4 50	120	119	3 36 37	+19 17.4	29.5	0.90
26	14 55	22 44	5 44	121	121	4 26 40	+20 33.5	29.4	0.95
27	15 44	23 33	6 34	121	121	5 17 20	+20 55.4	29.5	0.98
28	16 39	-	7 18	119	120	6 08 12	+20 21.2	29.5	1.00
29	17 38	0 21	7 57	116	117	6 58 46	+18 51.9	29.7	1.00
30	18 39	1 09	8 31	111	113	7 48 39	+16 31.4	29.8	0.98
31	19 43	1 55	9 01	106	108	8 37 42	+13 25.7	30.0	0.94

6 дек.	17ч 31м - посл. четв.	Луна проходит вблизи
13	10ч 42м - новолуние	Сатурна 10 дек. 14ч 27м на 4° к югу
20	7ч 19м - перв. четв.	Венеры 11 15ч 48м на 2° югу
28	12ч 21м - полнолуние	Меркурия 12 2ч 44м на 1° югу
		Марса 15 11ч 48м на 6° сев.
13 дек.	1ч - перигей	Нептуна 18 8ч 04м на 6° сев.
25 дек.	23ч - апогей	Урана 20 22ч 27м на 6° сев.
		Юпитера 26 2ч 10м на 0.4° югу

НАЧАЛО И ОКОНЧАНИЕ СУМЕРЕК СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2012.

Да- та	Январь						Февраль					
	Гражданские		Навигационные		Астрономические		Гражданские		Навигационные		Астрономические	
	Начало ч м	Конец ч м	Начало ч м	Конец ч м	Начало ч м	Конец ч м	Начало ч м	Конец ч м	Начало ч м	Конец ч м	Начало ч м	Конец ч м
1	7 6 16 54	6 28	17 33	5 51	18 9	6 50	17 31	6 13	18 8	5 38	18 43	
2	7 6 16 55	6 28	17 33	5 51	18 10	6 48	17 33	6 12	18 9	5 37	18 44	
3	7 6 16 56	6 28	17 34	5 51	18 11	6 47	17 34	6 11	18 10	5 36	18 46	
4	7 6 16 57	6 28	17 35	5 51	18 12	6 46	17 36	6 10	18 12	5 35	18 47	
5	7 6 16 58	6 28	17 36	5 51	18 13	6 45	17 37	6 9	18 13	5 34	18 48	
6	7 6 16 59	6 28	17 37	5 51	18 13	6 44	17 39	6 8	18 14	5 33	18 50	
7	7 6 17 0	6 28	17 38	5 51	18 14	6 42	17 40	6 6	18 16	5 31	18 51	
8	7 6 17 1	6 28	17 39	5 51	18 15	6 41	17 41	6 5	18 17	5 30	18 52	
9	7 5 17 2	6 28	17 40	5 51	18 16	6 40	17 43	6 4	18 19	5 29	18 54	
10	7 5 17 3	6 27	17 41	5 51	18 17	6 38	17 44	6 3	18 20	5 28	18 55	
11	7 5 17 4	6 27	17 42	5 51	18 18	6 37	17 46	6 1	18 21	5 26	18 56	
12	7 5 17 5	6 27	17 43	5 51	18 19	6 35	17 47	6 0	18 23	5 25	18 58	
13	7 4 17 7	6 27	17 44	5 50	18 20	6 34	17 49	5 59	18 24	5 24	18 59	
14	7 4 17 8	6 26	17 45	5 50	18 21	6 33	17 50	5 57	18 25	5 22	19 0	
15	7 3 17 9	6 26	17 46	5 50	18 23	6 31	17 51	5 56	18 27	5 21	19 2	
16	7 3 17 10	6 25	17 48	5 49	18 24	6 30	17 53	5 54	18 28	5 19	19 3	
17	7 2 17 11	6 25	17 49	5 49	18 25	6 28	17 54	5 53	18 29	5 18	19 4	
18	7 2 17 13	6 24	17 50	5 48	18 26	6 26	17 56	5 51	18 31	5 16	19 6	
19	7 1 17 14	6 24	17 51	5 48	18 27	6 25	17 57	5 50	18 32	5 15	19 7	
20	7 0 17 15	6 23	17 52	5 47	18 28	6 23	17 59	5 48	18 34	5 13	19 9	
21	7 0 17 17	6 23	17 54	5 47	18 29	6 22	18 0	5 47	18 35	5 12	19 10	
22	6 59 17 18	6 22	17 55	5 46	18 31	6 20	18 1	5 45	18 36	5 10	19 11	
23	6 58 17 19	6 21	17 56	5 45	18 32	6 18	18 3	5 43	18 38	5 8	19 13	
24	6 57 17 20	6 20	17 57	5 45	18 33	6 17	18 4	5 42	18 39	5 7	19 14	
25	6 56 17 22	6 20	17 59	5 44	18 34	6 15	18 6	5 40	18 41	5 5	19 15	
26	6 56 17 23	6 19	18 0	5 43	18 35	6 13	18 7	5 38	18 42	5 3	19 17	
27	6 55 17 25	6 18	18 1	5 42	18 37	6 11	18 8	5 37	18 43	5 2	19 18	
28	6 54 17 26	6 17	18 2	5 42	18 38	6 10	18 10	5 35	18 45	5 0	19 20	
29	6 53 17 27	6 16	18 4	5 41	18 39	6 8	18 11	5 33	18 46	4 58	19 21	
30	6 52 17 29	6 15	18 5	5 40	18 41							
31	6 51 17 30	6 14	18 6	5 39	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·м²/кг²

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. 2012.

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

постоянные

Постоянная Стефана-Больцмана (коэффициент пропорциональности, связывающий светимость (мощность) единицы излучающей поверхности черного тела с его температурой в законе Стефана-Больцмана $F = \sigma T^4$) $\sigma = 5,6703 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2\text{сек}^2)$

Заряд электрона $e = -1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Масса покоя электрона $m_e = 9,10953 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

Масса покоя протона $m_p = 1,67265 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Масса покоя нейтрона $m_n = 1,67495 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Электрон-вольт $1 \text{ эВ} = 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Секунда $1 \text{ с} = 9\,192\,631\,770$ периодов электромагнитных колебаний при переходе между сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия (Cs)

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2012.

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

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. 2012.

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

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. 2012.

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

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. 2012.

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

Данные о Солнце

Средний радиус фотосферы	695990 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

ЗАТМЕНИЯ СОЛНЦА И ЛУНЫ

В 2012 году произойдет 4 затмения – 2 солнечных и 2 лунных: 20-21 мая – кольцеобразное солнечное затмение, 4 июня – частное теневое лунное затмение, 13-14 ноября – полное солнечное затмение, 28 ноября – частное полутеневое лунное затмение.

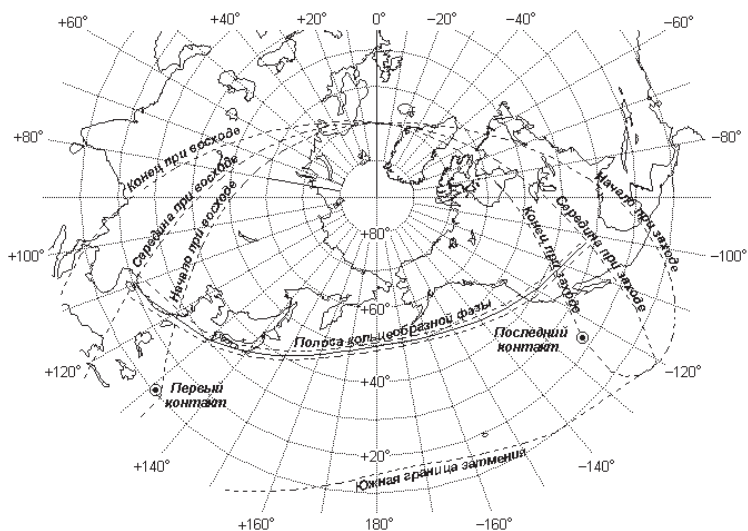
Солнечные затмения 20-21 мая и 13-14 ноября, а также лунное затмение 4 июня не будут видны на территории Украины. В Украине можно будет наблюдать только лунное затмение 28 ноября, максимальная фаза которого наступит приблизительно через 20 минут после восхода Луны во время вечерних гражданских сумерек, а его окончание будет наблюдаться на темном небе.

Во время полутеневых лунных затмений ослабление лунного света практически незаметно невооруженным глазом, но может наблюдаться с помощью фотоэлектрических приборов.

Солнечные затмения

Кольцеобразное солнечное затмение 20-21 мая 2012 года.

Полоса кольцеобразной фазы на Земле начнется 21 мая в 1ч07м в северной части Южно-Китайского моря, к северу от острова Хайнань, в точке с географическими координатами 20.6° с.ш. и 109.6° в.д., пройдет по юго-восточному побережью Азии, к северу от острова Тайвань, пересечет архипелаг островов Рюкю, пройдет по южной части острова Косю и юго-восточной части острова Хонсю, пересечет северную часть акватории Тихого океана, выйдет на западное побережье Северной Америки в районе Большого Бассейна, пересечет горный хребт Кордильеры, и окончится 21 мая в 4ч40м в Северной Америке к востоку



Карта видимости кольцеобразного солнечного затмения 20-21 мая 2012 года

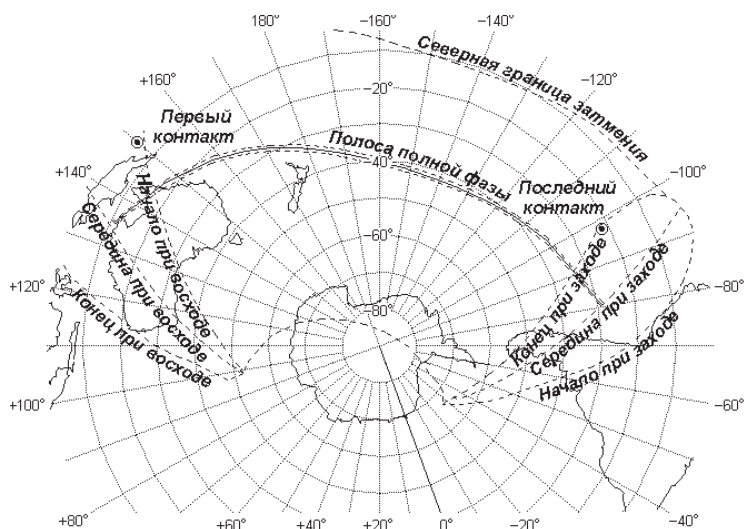
от Скалистых гор, в точке с координатами 32.4° с.ш. и 102.3° з.д. Продолжительность прохождения кольцеобразной фазы по поверхности Земли 3ч33м.

Максимальная фаза затмения 0.972 наступит 21 мая в 2ч53м в северной части Тихого океана к югу от Алеутских островов, в точке с координатами 49.0° с.ш. и 176.2° в.д. Кольцеобразное затмение в истинный полдень наступит 21 мая в 3ч00м в этом же регионе, в точке с координатами 49.4° с.ш. и 179.3° в.д. Наибольшая продолжительность — 5.7м.

Частное затмение на Земле начнется 20 мая в 23ч57м в западной части Тихого океана, в точке с координатами 10.9° с.ш. и 131.0° в.д., а окончится 21 мая в 5ч50м в восточной части Тихого океана, к западу от южной оконечности полуострова Калифорния, в точке с координатами 22.8° с.ш. и 124.4° з.д. Продолжительность частной фазы на Земле 5ч53м. Затмение будет видимо в северной части Европы, в восточной части Азии, в Северной Америке (кроме ее восточной части), на острове Гренландия, в Северном Ледовитом океане и в северной части Тихого океана.

Полное солнечное затмение 13-14 ноября 2012 года.

Полоса полной фазы на Земле начнется 13 ноября в 22ч36м в северной части Австралии вблизи северного побережья полуострова Арнемленд, в точке с географическими координатами 11.8° ю.ш. и 133.3° в.д., пересечет залив Карпентария, пройдет через полуостров Кейп-Йорк, пройдет по акватории Кораллового моря, затем, пройдя к югу от острова Новая Каледония, пересечет акваторию Моря Фиджи, пройдет по южной части Тихого океана с запада на восток, и окончится 14 ноября в 1ч49м в юго-восточной части Тихого океана к западу от побережья Южной Америки, в точке с координатами 29.4° с.ш. и 80.5° з.д. Продолжительность полной фазы 3ч13м.



Карта видимости полного солнечного затмения 13-14 ноября 2012 года

Максимальная фаза затмения 1.025 наступит 14 ноября в 0ч12м в южной части Тихого океана к востоку от островов Новая Зеландия, в точке с координатами 39.9° ю.ш. и 161.4° з.д. Полное затмение в истинный полдень наступит 14 ноября в 0ч19м в этом же регионе, в точке с координатами 40.6° ю.ш. и 158.5° з.д. с наибольшей продолжительностью 4.1м.

Частное затмение на Земле начнется 13 ноября в 21ч38м в западной части Тихого океана к востоку от острова Новая Гвинея, в точке с координатами 4.5° ю.ш. и 150.0° в.д., а окончится 14 ноября в 2ч46м в юго-восточной части Тихого океана к северо-востоку от острова Сала-и-Гомес, в точке с координатами 22.2° ю.ш. и 97.7° з.д. Продолжительность прохождения частной фазы 5ч08м. Частное затмение будет видимо в Австралии, на островах Новая Гвинея и Новая Зеландия, в южной части Южной Америки, в Западной Антарктиде и в южной части Тихого океана.

Лунные затмения

Частное теневое лунное затмение 4 июня 2012 года.

Затмение можно будет наблюдать в восточной части Азии, в Австралии, в западной части Северной и Южной Америки, в Антарктиде, в Тихом океане и в восточной части Индийского океана. В этот день южнее параллели 68.4° ю.ш. Луна не заходит за горизонт, а севернее параллели 68.2° с.ш. – не восходит.

Обстоятельства затмения:

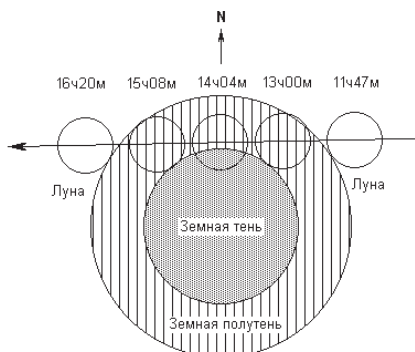
Начало частного полутеневого затмения	4 июня в	11ч47м
Начало частного теневого затмения		13ч00м
Момент максимальной фазы		14ч04м
Конец частного теневого затмения		15ч08м
Конец частного полутеневого затмения		16ч20м

Продолжительность всего затмения 4ч33м, продолжительность его частной фазы – 2ч08м.

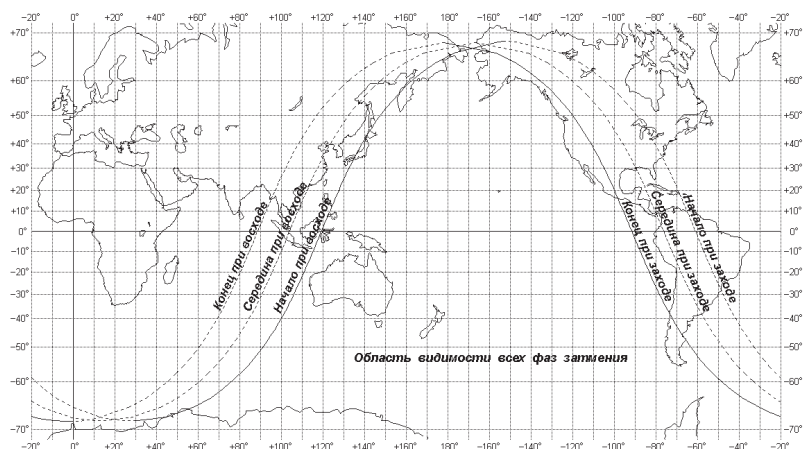
Углы положения контактов, отсчитываемые от северной точки лунного диска против часовой стрелки до радиуса лунного диска, направленного в центр тени, равны: для начала частного полутеневого затмения $P=123.2^\circ$, для его конца – $P=239.2^\circ$; для начала частного теневого затмения $P=144.4^\circ$, для его конца – $P=217.9^\circ$. Угловой радиус полутени равен 47033", радиус тени – 27733". Максимальная фаза полутеневого затмения 1.342, максимальная фаза теневого – 0.376.

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

Начало частного теневого затмения	21.6° ю.ш., 151.0° з.д.
Момент максимальной фазы	21.7° ю.ш., 166.3° з.д.
Конец частного теневого затмения	21.7° ю.ш., 178.4° в.д.



Видимый путь Луны
в затмении 4 июня 2012 года



Карта видимости частного теневого лунного затмения 4 июня 2012 года

Луна будет находиться в созвездии Змееносца вблизи восходящего узла своей орбиты и пройдет по северной части земной тени и полутени (см. рисунок). Поскольку затмение в странах СНГ не наблюдается, его эфемериды не приводятся.

Частное полутеневое лунное затмение 28 ноября 2012 года.

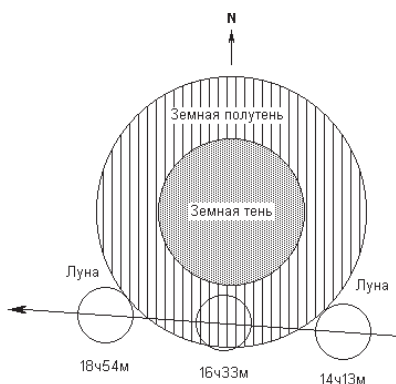
Затмение можно будет наблюдать в Европе (кроме западной части Пиренейского полуострова), в Азии, в Африке (кроме ее западной части), в Австралии, в Северной Америке (кроме ее восточной части), на побережье Восточной Антарктиды, в Северном Ледовитом океане, в Тихом (кроме его юго-восточной части) и в Индийском океанах. В этот день севернее параллели 69.6° с.ш. Луна не заходит за горизонт, а южнее параллели 69.4° ю.ш. — не восходит.

Обстоятельства затмения:

Начало частного полутеневого затмения
28 ноября в 14ч13м
Момент максимальной фазы 16ч33м
Конец частного полутеневого затмения
18ч54м

Продолжительность всего затмения 4ч41м. Углы положения контактов, отсчитываемые от северной точки лунного диска против часовой стрелки, равны: для начала частного полутеневого затмения $P=43.2^\circ$, для его конца — $P=308.8^\circ$. Угловой радиус полутени равен $42983''$, радиус тени — $23143''$. Максимальная фаза полутеневого затмения 0.940.

Географические координаты точек земной поверхности, для которых



Видимый путь Луны
в затмении 28 ноября 2012 года

Луна будет находиться в зените в следующие моменты:

Начало частного полутеневого затмения	20.4° с.ш., 172.7° в.д.
Момент максимальной фазы	20.5° с.ш., 138.8° в.д.
Конец частного полутеневого затмения	20.6° с.ш., 104.8° в.д.

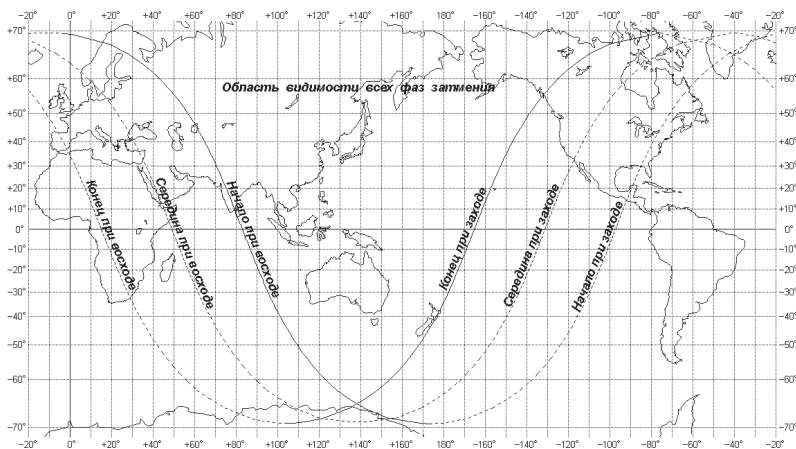
Луна будет находиться в созвездии Тельца вблизи нисходящего узла своей орбиты и пройдет по южной части земной полутени (см. рисунок). Во время затмения недалеко от Луны будут находиться яркая звезда Альдебаран (α Тельца) и планета Юпитер.

Эфемериды лунного затмения 28 ноября 2012 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 (против часовой стрелки).

T	σ	d	P	Фаза
ч м	"		о	полутени
14 10	5233	2.261	43.3	0.000
14 20	5035	2.176	41.2	0.082
14 30	4845	2.094	39.0	0.190
14 40	4663	2.015	36.6	0.293
14 50	4490	1.941	34.1	0.391
15 00	4327	1.870	31.3	0.484
15 10	4176	1.805	28.3	0.570
15 20	4037	1.745	25.1	0.648
15 30	3911	1.690	21.6	0.719
15 40	3801	1.643	18.0	0.782
15 50	3707	1.602	14.1	0.835
16 00	3632	1.570	10.1	0.878
16 10	3575	1.545	5.9	0.910
16 20	3538	1.529	1.6	0.931
16 30	3521	1.522	357.3	0.940

T	σ	d	P	Фаза
ч м	"		о	полутени
16 40	3526	1.524	352.9	0.938
16 50	3551	1.535	348.6	0.924
17 00	3596	1.554	344.3	0.898
17 10	3661	1.582	340.2	0.861
17 20	3744	1.618	336.2	0.814
17 30	3845	1.662	332.5	0.757
17 40	3962	1.712	328.9	0.691
17 50	4093	1.769	325.6	0.616
18 00	4238	1.832	322.4	0.534
18 10	4394	1.899	319.5	0.446
18 20	4562	1.972	316.8	0.351
18 30	4739	2.048	314.4	0.251
18 40	4924	2.128	312.0	0.145
18 50	5117	2.212	309.9	0.036
19 00	5317	2.298	307.9	0.000



Карта видимости частного полутеневого лунного затмения 28 ноября 2012 года

ДИАГРАММА ВИДИМОСТИ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

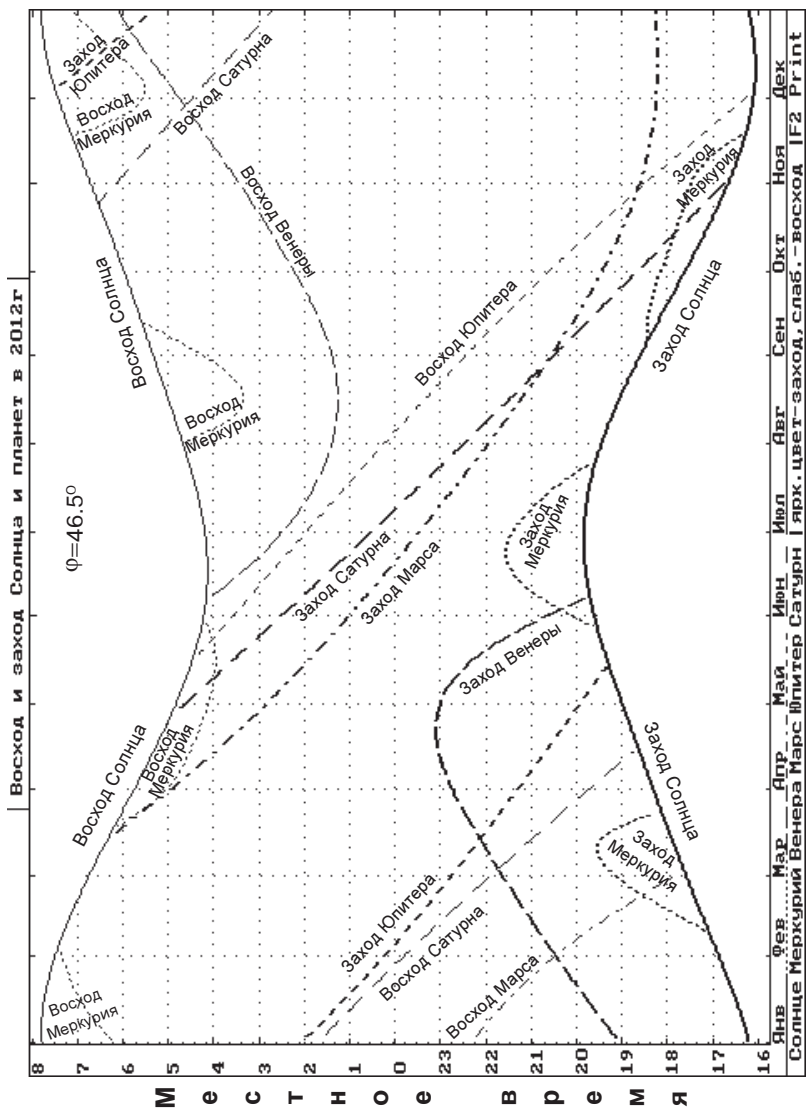
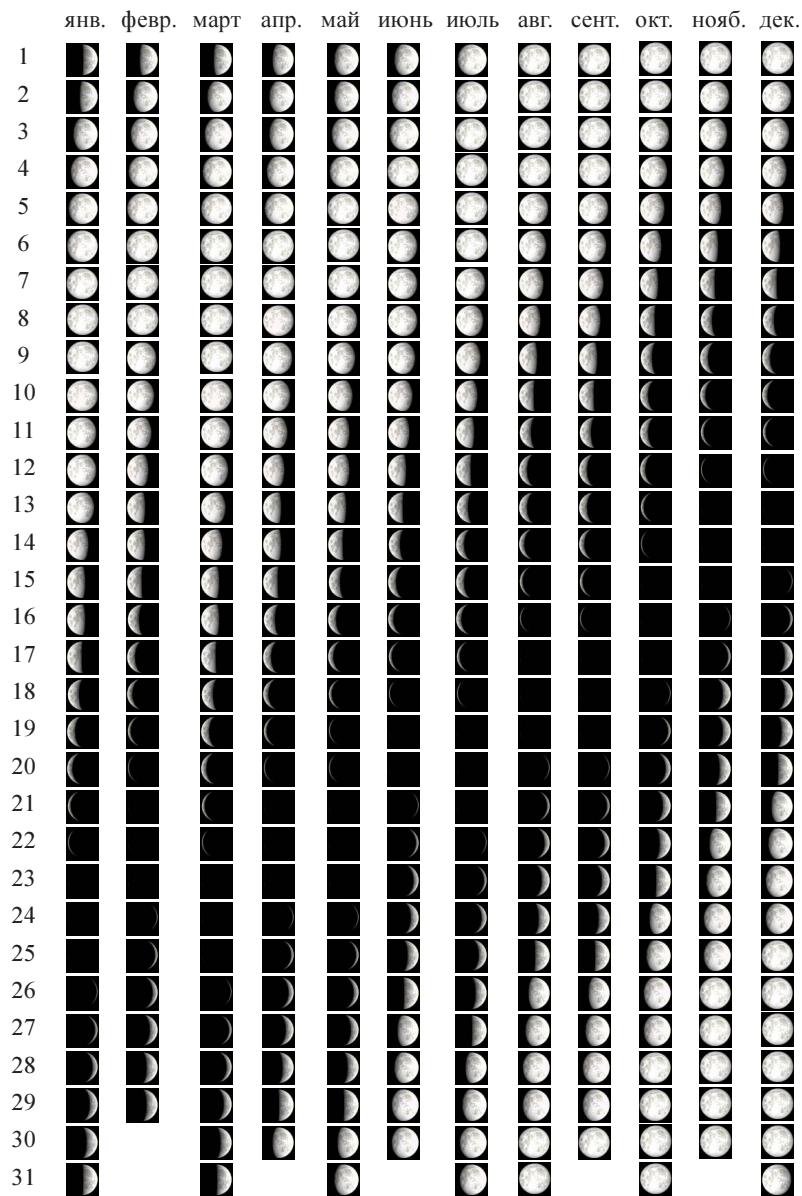


График восхода и захода Солнца и планет в 2012 году.
Линии восхода и захода Солнца даны для Одессы ($\varphi=46.5^\circ$).

ФАЗЫ ЛУНЫ В 2012 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 (°C) на поверх- ности
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 2012 году состоятся три периода вечерней видимости и четыре периода утренней видимости Меркурия, обычно низко над горизонтом на фоне зари.

Первый период утренней видимости Меркурия переходит с начала второй недели декабря 2011 года и заканчивается в середине января 2012 года. 1 января Меркурий виден низко на юго-востоке в южной части созвездия Змееносца. Продолжительность видимости планеты составляет около 50 минут. Геоцентрическое расстояние Меркурия составляет 1.18 а.е., блеск равен -0.3^m, видимый диаметр диска близок к 6". Меркурий, перемещаясь прямым движением по небесной сфере, в конце первой недели января переходит в созвездие Стрельца. Продолжительность видимости планеты убывает, и к этому времени она видна в лучах утренней зари. В течение всего периода видимости Меркурий удаляется от Земли, постепенно заходя за Солнце. К середине января его геоцентрическое расстояние увеличивается до 1.35 а.е., блеск незначительно возрастает до -0.4^m, видимый диаметр диска уменьшается до 5".

Первый период вечерней видимости Меркурия начинается в середине февраля и заканчивается в середине марта. В начале периода видимости планета видна низко над западной стороной горизонта, перемещаясь прямым движением по созвездию Водолея. Меркурий приближается к Земле, постепенно выходя из-за Солнца. Его геоцентрическое расстояние уменьшается от 1.31 а.е. до 0.64 а.е., блеск убывает от -1.3^m до +3.6^m, видимый диаметр диска увеличивается от 5" до 10". В середине третьей декады февраля планета переходит в созвездие Рыб, где и остается до конца периода видимости. 7 марта Меркурий пройдет на 3.1° к северу от Урана. В первой декаде марта продолжительность видимости Меркурия превышает 1 час, и планета хорошо видна вечером на темном небе над западной стороной горизонта. Пройдя 11 марта точку стояния, Меркурий меняет прямое движение на попятное, которым будет перемещаться до конца периода видимости.

Второй период утренней видимости Меркурия начинается в начале апреля и заканчивается в середине апреля. Планета, находясь в начале на границе созвездий Водолея и Рыб, перемещается прямым движением по созвездию Рыб, переходя к концу периода видимости к границе созвездий Водолея, Рыб и Кита. Меркурий удаляется от Земли, постепенно заходя за Солнце. Его геоцентрическое расстояние увеличивается от 0.65 а.е. до 0.86 а.е., блеск возрастает от $+1.7^m$ до $+0.4^m$, видимый диаметр диска уменьшается от 10" до 8". Для наблюдений Меркурия этот период видимости является неблагоприятным, так как во второй декаде апреля наибольшая продолжительность его видимости не превышает 12 минут, и планета видна только в южных районах Украины низко над восточной стороной горизонта.

Второй период вечерней видимости Меркурия начинается в начале июня и заканчивается в начале второй декады июля. Весь период видимости планета перемещается прямым движением. В начале периода видимости планета находится на границе созвездий Тельца и Близнецов. В середине третьей декады июня планета переходит в созвездие Рака, где и остается до конца периода видимости. Меркурий приближается к Земле, постепенно выходя из-за Солнца. Его геоцентрическое расстояние уменьшается от 1.29 а.е. до 0.68 а.е., блеск убывает от -1.5^m до $+1.5^m$, видимый диаметр диска увеличивается от 53 до 10". 21 июня Меркурий пройдет на 5.2° к югу от яркой звезды Поллукс (β Близнецов, блеск $+1.14^m$). В конце второй декады июня и в начале третьей его декады продолжительность видимости Меркурия достигает 1 часа, и планета видна вечером на темном небе над северо-западной стороной горизонта.

Третий период утренней видимости Меркурия начинается в середине первой декады августа и заканчивается в начале сентября. Планета, перемещаясь вначале попятным движением по созвездию Рака, 7 августа пройдет точку стояния, изменив попятное движение на прямое. Меркурий удаляется от Земли, постепенно заходя за Солнце. Его геоцентрическое расстояние увеличивается от 0.66 а.е. до 1.30 а.е., блеск возрастает от $+2.8^m$ до -1.4^m , видимый диаметр диска уменьшается от 10" до 5". В конце второй декады августа продолжительность видимости Меркурия превышает 1 час, и планета хорошо видна на северо-востоке на темном небе в созвездии Рака. В середине третьей декады августа Меркурий перемещается в созвездие Льва, где и остается до конца периода видимости. 1 сентября Меркурий пройдет на 1.3° к северу от яркой звезды Регул (α Льва, блеск $+1.35^m$).

Третий период вечерней видимости Меркурия начинается в конце второй декады октября и заканчивается в середине первой декады ноября. В начале периода видимости планета перемещается прямым движением по созвездию Весов. Меркурий приближается к Земле, постепенно выходя из-за Солнца. Его геоцентрическое расстояние уменьшается от 1.13 а.е. до 0.83 а.е., блеск убывает от -0.1^m до $+0.3^m$, видимый диаметр диска увеличивается от 6" до 8". В конце октября планета переходит в созвездие Скорпиона, где и остается до конца периода видимости. Для наблюдений Меркурия этот период видимости является неблагоприятным, так как в конце октября продолжительность его видимости не превышает 13 минут, и планета видна только в южных районах Украины в лучах вечерней зари низко над юго-западной стороной горизонта.

Четвертый период утренней видимости Меркурия начинается в начале третьей декады ноября и продолжается до конца третьей декады декабря. Планета перемещается по созвездию Весов, сначала попятным движением, а после стояния 26 ноября – прямым. Меркурий удаляется от Земли, постепенно заходя за

Солнце. Его геоцентрическое расстояние увеличивается от 0.70 а.е. до 1.38 а.е., блеск возрастает от $+3.0^m$ до -0.5^m , видимый диаметр диска уменьшается от $10''$ до $5''$. В начале декабря продолжительность видимости Меркурия превышает 1 час, и планета хорошо видна на темном небе над юго-восточной стороной горизонта. 9 декабря Меркурий сблизится с Венерой и будет расположен восточнее на 6.3° . В начале второй декады декабря Меркурий переходит в созвездие Скорпиона, а в середине месяца – в созвездие Змееносца. Во второй половине декабря планета перемещается по южной части созвездия Змееносца. 17 декабря Меркурий пройдет на 5.5° к северу от яркой звезды Антарес (α Скорпиона, блеск $+0.96^m$). К этому времени продолжительность видимости планеты сокращается до 50 минут, и она видна на фоне сумерек. В третьей декаде декабря Меркурий виден в лучах утренней зари, а к концу месяца переходит в созвездие Стрельца, где и заканчивается период его видимости. Эфемериды Меркурия приведены на стр. 62, а карты его видимого пути – на стр. 63-64.

Венера. Для наблюдений Венеры 2012 год является очень благоприятным. В начале января Венера видна вечером на темном небе невысоко над юго-западной стороной горизонта в созвездии Козерога. Ее геоцентрическое расстояние равно 1.29 а.е. Блеск планеты составляет -3.9^m . Видимый диаметр диска Венеры близок к $13''$, продолжительность ее видимости превышает 2 часа. Венера приближается к Земле, постепенно выходя из-за Солнца. Планета перемещается по небесной сфере прямым движением. 9 января Венера пройдет на 0.9° к северу от звезды Денеб Альгиеды (δ Козерога, блеск $+2.87^m$). В середине января Венера переходит в созвездие Водолея. 13 января Венера пройдет на 1.2° к югу от Нептуна. В начале февраля Венера переходит в созвездие Рыб. Планета видна высоко над западной стороной горизонта. Блеск Венеры возрастает до -4.0^m , видимый диаметр диска – до $15''$. Продолжительность ее видимости увеличивается до 3 часов. 10 февраля Венера пройдет на 0.3° к северу от Урана.

В середине первой декады марта Венера переходит в созвездие Овна, а в конце месяца – в созвездие Тельца. 15 марта Венера пройдет на 3.3° к северу от Юпитера. 27 марта планета достигает наибольшей восточной элонгации – ее угловое расстояние от Солнца равно 46° . К этому времени геоцентрическое расстояние Венеры составляет 0.71 а.е., блеск ее равен -4.4^m , видимый диаметр диска – $24''$. Продолжительность видимости планеты увеличивается до 3 часов 50 минут.

В начале апреля Венера пройдет в области звездного скопления Плеяд и, возможно, будет покрывать некоторые его звезды. 3 апреля Венера пройдет на 0.4° к югу от наиболее яркой звезды этого скопления – Альциона (η Тельца, блеск $+2.87^m$). 17 апреля Венера пройдет на 10.0° к северу от яркой звезды Альдебаран (α Тельца, блеск $+0.85^m$). С середины апреля продолжительность видимости планеты начинает сокращаться, и к середине третьей декады месяца составляет около 3.5 часов. 29 апреля блеск Венеры достигает максимальной величины (-4.6^m), видимый диаметр диска близок к $36''$. 7 мая Венера пройдет на 0.8° к югу от звезды Нат (β Тельца, блеск $+1.65^m$). Пройдя 15 мая точку стояния, Венера меняет прямое движение на попятное. К этому времени продолжительность ее видимости сокращается до 2 часов, геоцентрическое расстояние уменьшается до 0.36 а.е., блеск убывает до -4.5^m , видимый диаметр диска увеличивается до $47''$. Во второй половине мая продолжительность видимости Венеры начинает резко сокращаться. 24 мая Венера пройдет на 2.5° к югу от звезды Нат. К этому времени Венера видна низко на северо-западе в лучах вечерней зари, а в конце мая заканчивается

период ее вечерней видимости. 6 июня Венера пройдет нижнее соединение, во время которого произойдет ее прохождение по диску Солнца.

Утренняя видимость Венеры начинается в конце второй декады июня, когда она появляется на востоке низко над горизонтом в лучах утренней зари. Планета перемещается попятным движением по созвездию Тельца. Пройдя 27 июня точку стояния, Венера меняет попятное движение на прямое, которым она будет перемещаться до конца года. Венера удаляется от Земли, постепенно заходя за Солнце. В конце июня продолжительность видимости Венеры возрастает до 1 часа, и она хорошо видна на темном небе. В начале июля геоцентрическое расстояние Венеры равно 0.37 а.е., блеск ее составляет -4.5^m , видимый диаметр диска близок к $45''$. 9 июля Венера пройдет на 0.9° к северу от яркой звезды Альдебаран. 12 июля блеск Венеры достигает максимальной величины (-4.6^m). Продолжительность видимости Венеры к середине июля возрастает до 2 часов. 29 июля Венера пройдет на 9.7° к югу от звезды Нат. В середине августа Венера переходит в созвездие Близнецов. 15 августа Венера достигает наибольшей западной элонгации – ее угловое расстояние от Солнца равно 46° . Геоцентрическое расстояние Венеры составляет 0.71 а.е. Блеск ее равен -4.4^m , видимый диаметр диска – $24''$. Продолжительность видимости планеты увеличивается до 3 часов. 2 сентября Венера пройдет на 8.8° к югу от яркой звезды Поллукс (β Близнецов, блеск $+1.14^m$). В середине первой декады сентября Венера переходит в созвездие Рака. Продолжительность видимости планеты к этому времени возрастает до 3.5 часов, а затем начинает уменьшаться. В конце сентября Венера переместится в созвездие Льва. 3 октября Венера пройдет на 0.1° к югу от яркой звезды Регул (α Льва, блеск $+1.35^m$). К середине октября продолжительность видимости планеты сокращается до 3 часов, геоцентрическое расстояние увеличивается до 1.15 а.е., блеск уменьшается до -4.0 , видимый диаметр диска – до $15''$. В середине третьей декады октября Венера переходит в созвездие Девы. 16 ноября Венера пройдет на 4.1° к северу от яркой звезды Спика (α Девы, блеск $+0.98^m$). В конце ноября Венера переходит в созвездие Весов. К этому времени продолжительность видимости планеты сокращается до 2 часов. 27 ноября Венера пройдет на 0.6° к югу от Сатурна, а 4 декабря – на 1.3° к югу от звезды Зубен Эльгены (α^2 Весов, блеск $+2.75^m$). 9 декабря Венера сблизится с Меркурием и будет расположена западнее на 6.3° . В середине декабря Венера переходит в созвездие Скорпиона. 23 декабря она пройдет на 5.7° к северу от яркой звезды Антарес (α Скорпиона, блеск $+0.96^m$). В середине третьей декады декабря Венера перейдет в созвездие Змееносца, по которому будет перемещаться до конца года. К концу года продолжительность видимости Венеры сокращается до 1 часа, ее геоцентрическое расстояние увеличивается до 1.55 а.е. Блеск планеты равен -3.8^m , видимый диаметр диска близок к $11''$.

Самый благоприятный период для наблюдений Венеры вечером – март и апрель, утром – август и сентябрь. Эфемериды Венеры приведены на стр. 65, карты ее видимого пути – на стр. 63-64, а сведения о продолжительности видимости – на стр. 60.

Марс. В первой половине 2012 года условия видимости Марса благоприятны. Во второй половине года условия для наблюдений планеты значительно ухудшаются.

В начале января Марс виден вечером и ночью в юго-восточной части созвездия Льва вблизи границы с созвездием Девы, высоко поднимаясь над юго-восточной стороной горизонта. Его геоцентрическое расстояние равно 1.04 а.е., видимый диаметр диска близок к $9''$. Блеск Марса составляет $+0.2^m$, и он заметно выде-

ляется среди окружающих его звезд. Продолжительность видимости планеты достигает 9 часов. Марс приближается к Земле, его блеск и видимый диаметр диска увеличиваются. По небесной сфере планета перемещается прямым движением. В январе наступает наилучший период видимости Марса. Перемещаясь по созвездию Льва, планета 25 января пройдет точку стояния, в которой она меняет прямое движение на попятное. К этому времени геоцентрическое расстояние Марса уменьшается до 0.84 а.е., продолжительность видимости увеличивается до 10 часов. Блеск планеты возрастает до -0.4^m , видимый диаметр диска — до $11''$. В феврале Марс перемещается по созвездию Льва попятным движением. К середине месяца условия видимости планеты улучшаются, ее блеск возрастает до -0.9^m . Продолжительность видимости Марса увеличивается до 11.5 часов, а к концу месяца — до 12 часов. Противостояние Марса наступит 3 марта. 5 марта Марс сблизится с Землей до наименьшего расстояния в 0.674 а.е. (100.8 млн. км). В это время продолжительность видимости планеты превосходит 11.5 часов, и она видна всю ночь. Блеск Марса достигает максимального значения (-1.2^m). Видимый диаметр диска планеты увеличивается до $14''$. Марс ярко сияет красноватым светом высоко над горизонтом, превосходя своим блеском самые яркие звезды весенних созвездий. В марте Марс удаляется от Земли, его геоцентрическое расстояние увеличивается, блеск и видимый диаметр диска убывают. Продолжительность видимости планеты к концу месяца сокращается до 10 часов. В начале апреля Марс виден вечером и ночью в южной части созвездия Льва на 5.6° восточнее яркой звезды Регул (α Льва, блеск $+1.35^m$), высоко поднимаюсь над южной стороной горизонта. Пройдя 15 апреля точку стояния, Марс меняет попятное движение на прямое, которым он будет перемещаться до конца года. К этому времени Марс расположен на 4.3° восточнее яркой звезды Регул, его геоцентрическое расстояние увеличивается до 0.83 а.е., продолжительность видимости уменьшается до 8.5 часов. Блеск планеты убывает до -0.4^m , видимый диаметр диска — до $11''$. В мае заканчивается наилучший период видимости Марса. Продолжительность его видимости сокращается от 7 часов в начале месяца до 4.5 часов в конце месяца. В июне Марс виден вечером на юго-западе и заходит около полуночи. В начале третьей декады месяца он переходит в созвездие Девы. К концу месяца геоцентрическое расстояние Марса увеличивается до 1.41 а.е., продолжительность видимости сокращается до 3 часов, блеск уменьшается до $+0.8^m$, видимый диаметр диска — до $7''$. В июле и августе Марс перемещается по созвездию Девы. 13 августа Марс пройдет на 1.9° к северу от яркой звезды Спика (α Девы, блеск $+0.98^m$). В августе планета видна вечером невысоко над западной стороной горизонта. По блеску ($+1.1^m$) Марс не отличается от ярких звезд. К середине августа продолжительность видимости планеты уменьшается до 1.5 часов. 17 августа Марс пройдет на 2.9° к югу от Сатурна. В начале сентября Марс переходит в созвездие Весов и виден вечером низко над юго-западной стороной горизонта. 16 сентября он пройдет на 1.1° к югу от звезды Зубен Эльгенуби (α^2 Весов, блеск $+2.75^m$). В конце первой декады октября Марс переходит в созвездие Скорпиона, а в конце второй декады месяца — в созвездие Змееносца. 20 октября он пройдет на 3.6° к северу от яркой звезды Антарес (α Скорпиона, блеск $+0.96^m$). В середине ноября Марс переходит в созвездие Стрельца, а в середине третьей декады декабря — в созвездие Козерога. К концу года Марс виден в западной части созвездия Козерога, низко над юго-западной стороной горизонта. Его геоцентрическое расстояние увеличивается до 2.22 а.е., блеск составляет $+1.2^m$, видимый диаметр диска близок к $4''$. Продолжительность видимости планеты составляет менее 1.5 часов.

Самый благоприятный период для наблюдений Марса – январь, февраль март и апрель. Эфемериды Марса приведены на стр. 66, карты его видимого пути – на стр. 67, сведения о продолжительности видимости – на стр.60, а физические эфемериды – на стр.75.

Юпитер. В начале января Юпитер виден вечером в юго-западной части созвездия Овна вблизи границы с созвездием Рыб высоко над южной стороной горизонта. Его геоцентрическое расстояние составляет 4.54 а.е., блеск равен -2.6^m, видимый экваториальный диаметр диска близок к 43". Продолжительность видимости планеты составляет около 9 часов. Юпитер удаляется от Земли, перемещаясь по небесной сфере прямым движением. Продолжительность видимости планеты постепенно сокращается, и к концу месяца становится меньше 7 часов. Уменьшаются также блеск и видимый диаметр диска Юпитера. В феврале и марте Юпитер перемещается по созвездию Овна. Продолжительность его видимости к середине февраля убывает до 5.5 часов, а к середине марта – до 3.5 часов. 15 марта Юпитер пройдет на 3.3° к югу от Венеры. В начале апреля Юпитер виден вечером низко над западной стороной горизонта. Продолжительность его видимости составляет около 2 часов. Геоцентрическое расстояние Юпитера увеличивается до 5.81 а.е. Блеск планеты убывает до -2.1^m, видимый экваториальный диаметр диска уменьшается до 34". К середине апреля продолжительность видимости Юпитера сокращается до 1 часа, и во второй половине месяца он виден в лучах вечерней зари. В конце апреля заканчивается период вечерней видимости Юпитера. В мае Юпитер не виден. В начале июня планета появляется в лучах утренней зари низко над северо-восточной стороной горизонта в созвездии Тельца. Ее геоцентрическое расстояние составляет 5.97 а.е. Блеск Юпитера равен -2.0^m, видимый экваториальный диаметр диска близок к 33". Юпитер постепенно приближается к Земле, перемещаясь по небесной сфере прямым движением. В середине июня планета видна на фоне сумерек, а к началу третьей декады месяца продолжительность ее видимости достигает 1 часа. В конце июня Юпитер виден утром на темном небе. Увеличиваются блеск Юпитера и видимый диаметр его диска. В июле Юпитер перемещается прямым движением по созвездию Тельца. 1 июля Юпитер сближится с Венерой и будет расположен северо-западнее на 4.8°. В середине июля Юпитер восходит около полуночи и виден во второй половине ночи. К этому времени продолжительность видимости планеты возрастает до 2.5 часов, а к концу июля – до 3.5 часов. В августе и сентябре Юпитер восходит до полуночи и виден большую часть ночи. 3 августа Юпитер пройдет на 4.7° к северу от яркой звезды Альдебаран (α Тельца, блеск +0.85^m). В октябре Юпитер виден вечером и ночью высоко над юго-восточной стороной горизонта. К началу октября его геоцентрическое расстояние Юпитера уменьшается до 4.58 а.е., продолжительность видимости возрастает до 9 часов. Блеск планеты увеличивается до -2.5^m, видимый экваториальный диаметр диска – до 43". После стояния 4 октября прямое движение Юпитера сменяется на попятное. К концу октября продолжительность видимости планеты возрастает до 11.5 часов, а к середине ноября – до 13 часов. Противостояние Юпитера наступит 3 декабря. В это время геоцентрическое расстояние планеты минимально и составляет 4.069 а.е.. Юпитер виден всю ночь в созвездии Тельца, продолжительность его видимости достигает 14 часов. Блеск планеты равен -2.8^m. Видимый экваториальный диаметр диска Юпитера равен 48.4", полярный – 45.3". Перемещаясь попятным дви-

жением, 7 декабря Юпитер пройдет на 4.7° к северу от яркой звезды Альдебаран. В декабре, после противостояния, Юпитер начинает удаляться от Земли. Продолжительность видимости планеты сокращается. Блеск Юпитера и видимый диаметр его диска уменьшаются. В конце декабря геоцентрическое расстояние Юпитера составляет 4.20 а.е., блеск его равен -2.7^m , видимый экваториальный диаметр диска близок к $47''$. Продолжительность видимости планеты к концу года уменьшается до 12.5 часов.

Самый благоприятный период для наблюдений Юпитера – октябрь, ноябрь и декабрь. Эфемериды Юпитера приведены на стр. 68, карта его видимого пути – на стр. 68, сведения о продолжительности видимости – на стр. 60, а физические эфемериды – на стр. 76.

Сатурн. В начале января Сатурн виден под утро невысоко над юго-восточной частью горизонта в созвездии Девы, на 6.2° к северо-востоку от яркой звезды Спика (α Девы, блеск $+0.98^m$). Его геоцентрическое расстояние составляет 9.96 а.е., блеск равен $+0.7^m$, видимый экваториальный диаметр диска близок к $17''$. Продолжительность видимости планеты составляет около 5.5 часов. Сатурн приближается к Земле, перемещаясь по небесной сфере прямым движением. Продолжительность видимости планеты постепенно возрастает. Увеличиваются блеск Сатурна и видимый диаметр его диска. В конце января Сатурн восходит около полуночи и виден во второй половине ночи, а в феврале – вечером и ночью. После стояния 8 февраля прямое движение планеты сменяется на попятное. К этому времени продолжительность видимости Сатурна увеличивается до 7.5 часов. В марте Сатурн виден всю ночь, продолжая перемещаться попятным движением по созвездия Девы. К середине месяца продолжительность видимости планеты увеличивается до 9 часов. Противостояние Сатурна наступит 15 апреля. В это время его геоцентрическое расстояние минимально и составляет 8.720 а.е., а блеск максимален ($+0.2^m$). Видимый экваториальный диаметр диска Сатурна равен $19.0''$, полярный – $17.0''$. Видимая большая ось внешнего кольца $a=43.0''$, малая ось видна под углом $b=10.2''$. Продолжительность видимости Сатурна составляет около 9.5 часов. Во второй половине апреля, после противостояния, Сатурн продолжает перемещаться попятным движением по созвездия Девы, постепенно удаляясь от Земли. Продолжительность видимости планеты сокращается, и к концу месяца достигает 8.5 часов. Блеск Сатурна и видимый диаметр его диска уменьшаются. В мае Сатурн виден вечером и ночью. Продолжительность видимости планеты продолжает уменьшаться, и к концу мая сокращается до 6 часов, а к середине июня – до 5 часов. После стояния 26 июня попятное движение планеты сменяется на прямое. К этому времени геоцентрическое расстояние Сатурна увеличивается до 9.38 а.е.. Блеск планеты убывает до $+0.7^m$, видимый экваториальный диаметр диска – до $18''$. Продолжительность видимости Сатурна составляет около 4 часов. Сатурн расположен на 4.8° к северу от яркой звезды Спика. В июле Сатурн виден вечером. Продолжительность его видимости в середине июля составляет около 3 часов, а к концу первой декады августа уменьшается до 2 часов. 17 августа Сатурн пройдет на 2.9° к северу от Марса. В середине сентября Сатурн виден вечером над западной стороной горизонта на фоне сумерек. К этому времени геоцентрическое расстояние Сатурна увеличивается до 10.57 а.е., продолжительность его видимости сокращается до 50 минут. Блеск Сатурна убывает до $+0.8^m$, видимый экваториальный диаметр диска уменьшается до $16''$. Во второй половине сентября Са-

турн виден низко на западе в лучах вечерней зари. В начале октября период его вечерней видимости заканчивается. В октябре Сатурн не виден. В начале ноября планета появляется в лучах утренней зари низко над восточной стороной горизонта. В конце первой декады ноября Сатурн виден утром на фоне сумерек. Продолжительность видимости Сатурна быстро увеличивается, и к середине месяца достигает 1 часа. Планета видна на темном небе в юго-восточной части созвездия Девы. В это время геоцентрическое расстояние Сатурна составляет 10.71 а.е., его блеск равен $+0.6^m$, видимый экваториальный диаметр диска близок к $15''$. Планета приближается к Земле, перемещаясь прямым движением по созвездию Девы. 27 ноября Сатурн пройдет на 0.6° к северу от Венеры. К концу ноября блеск Сатурна уменьшается до $+0.7^m$. В начале декабря продолжительность видимости Сатурна уже составляет около 2.5 часов, а к концу первой декады месяца — возрастает до 3 часов. В середине декабря Сатурн переходит в созвездие Весов и виден утром низко над юго-восточной стороной горизонта. В конце декабря планета восходит во второй половине ночи и видна под утро в западной части созвездия Весов вблизи границы с созвездием Девы. К этому времени геоцентрическое расстояние Сатурна сокращается до 10.24 а.е., а блеск увеличивается до $+0.6^m$. Продолжительность видимости планеты достигает 4.5 часов. Видимый экваториальный диаметр диска Сатурна возрастает до $16''$.

Весь год Сатурн обращен к Земле северным полушарием. Раскрытие колец Сатурна (отношение малой оси к большой b/a) в первой половине 2012 года максимально в начале февраля, а затем незначительно уменьшается и достигает минимума к середине июня. В течение всей второй половины года раскрытие колец планеты постоянно увеличивается. Самый благоприятный период для наблюдений Сатурна — март, апрель и май. Эфемериды Сатурна приведены на стр. 69, карта его видимого пути — на стр. 69, сведения о продолжительности видимости — на стр. 60, а физические эфемериды — на стр. 76.

Уран. В 2012 году Уран перемещается по созвездию Рыб вблизи границы с созвездием Кита. Его видимый путь пролегает между звездами λ и δ Рыб. В начале января Уран виден вечером низко на западе, перемещаясь прямым движением по небесной сфере. Продолжительность видимости планеты составляет около 5.5 часов. Уран удаляется от Земли, продолжительность его видимости сокращается. К середине января продолжительность видимости Урана убывает до 4.5 часов, а к концу месяца — до 3.5 часов. 10 февраля Уран пройдет на 0.3° к югу от Венеры. В середине февраля продолжительность видимости Урана сокращается до 2 часов, а в конце месяца — до 1 часа, и он виден на фоне сумерек. В начале марта Уран виден в лучах вечерней зари, а в конце первой декады месяца заканчивается период его вечерней видимости. 7 марта Уран пройдет на 3.1° к югу от Меркурия. С конца первой декады марта и до конца первой декады мая Уран не виден. В начале второй декады мая планета появляется на востоке в лучах утренней зари, а во второй половине месяца — видна на фоне сумерек. К концу мая продолжительность видимости Урана возрастает до 1 часа, и он виден под утро на темном небе, перемещаясь прямым движением по созвездию Рыб. Уран приближается к Земле, продолжительность его видимости увеличивается, и к середине июня достигает 2 часов. Во второй половине июня Уран восходит около полуночи. После стояния 13 июля его прямое движение сменяется на попятное. Продолжительность видимости Урана к началу июля увеличивается до 3 часов, а к концу месяца — до 5.5

часов. В августе Уран виден вечером и ночью, перемещаясь попятным движением по созвездию Рыб. К середине августа продолжительность видимости планеты увеличивается до 7 часов, а к началу сентября – до 8.5 часов. В сентябре Уран виден всю ночь. 23 сентября Уран пройдет на $44''$ к югу от звезды 44 Рыб (блеск $+5.99^m$). Противостояние Урана наступит 29 сентября. В это время его геоцентрическое расстояние минимально и составляет 19.062 а.е., а блеск максимален ($+5.7^m$). Видимый диаметр диска планеты равен $3.7''$. Продолжительность видимости Урана достигает 10 часов. В октябре Уран виден всю ночь. Планета удаляется от Земли, продолжительность ее видимости в первой половине месяца увеличивается до 10.5 часов, а во второй половине месяца уменьшается, и к концу месяца составляет 10 часов. Уран перемещается попятным движением по созвездию Рыб. В ноябре Уран виден вечером и ночью. Продолжительность видимости планеты продолжает уменьшаться, и к концу месяца сокращается до 8.5 часов. Пройдя 13 декабря точку стояния, Уран меняет попятное движение на прямое, которым будет перемещаться до конца года. В середине декабря Уран можно наблюдать по вечерам в созвездии Рыб. Во второй половине декабря планета видна вечером на юго-западе. К концу года продолжительность видимости Урана сокращается до 6 часов.

Уран хорошо виден в бинокль, его диск заметен в небольшой телескоп с увеличением не менее чем в 60 раз. Весь год Уран обращен к Земле северным полушарием. Планетоцентрическая широта центра его диска в течение года меняется от $+13.0^\circ$ до $+16.9^\circ$. Самый благоприятный период для наблюдений Урана – сентябрь и октябрь. Эфемериды Урана приведены на стр. 70, карта его видимого пути – на стр. 70, а сведения о продолжительности видимости – на стр. 60.

Нептун. В течение всего 2012 года Нептун перемещается по созвездию Водолея. Его видимый путь пролегает между звездами η и ι Водолея, а также с Водолея, к западу от звезды γ Водолея. В начале января Нептун виден вечером на темном небе низко над юго-западной стороной горизонта, продолжительность его видимости составляет около 3 часов. Планета перемещается прямым движением. Нептун постепенно удаляется от Земли, продолжительность его видимости сокращается. 13 января Нептун пройдет на 1.2° к северу от Венеры, а 19 января – на 1.6° к северу от звезды η Водолея (блеск $+4.25^m$). В середине третьей декады января Нептун виден на фоне сумерек, а в конце месяца – в лучах вечерней зари. Период вечерней видимости Нептуна заканчивается в начале февраля. С середины первой декады февраля и до конца марта Нептун не виден. В начале апреля планета появляется на юго-востоке в лучах утренней зари. В середине апреля Нептун виден на фоне сумерек, а в конце месяца – под утро на темном небе. Планета приближается к Земле, перемещаясь прямым движением по небесной сфере. В мае Нептун восходит около полуночи. После стояния 5 июня Нептун меняет прямое движение на попятное. Продолжительность его видимости увеличивается, и к концу июня достигает 4 часов. В июле Нептун виден вечером и ночью, а в августе – всю ночь. Противостояние Нептуна наступит 24 августа. В это время его геоцентрическое расстояние минимально и составляет 28.984 а.е., а блеск максимален ($+7.8^m$). Видимый диаметр диска планеты равен $2.3''$. Продолжительность видимости Нептуна увеличивается до 8 часов, а к началу сентября – превосходит 8 часов. В сентябре Нептун виден всю ночь. Планета удаляется от Земли, перемещаясь попятным движением по небесной сфере. 11 сентября Нептун пройдет на 0.3° к северу от звезды 40 Водолея (блеск $+7.06^m$). Продолжительность видимости планеты к концу сентября

уменьшается до 8 часов, а к концу октября – до 7 часов. 16 октября Нептун пройдет на 0.4° к югу от звезды 38 Водолея (блеск $+5.40^m$). Пройдя 11 ноября точку стояния, планета меняет попятное движение на прямое, которым будет перемещаться до конца года. В ноябре Нептун можно наблюдать по вечерам в южной части неба. В декабре планета видна вечером на юго-западе. 6 декабря Нептун снова пройдет на 0.4° к югу от звезды 38 Водолея. К концу года продолжительность видимости Нептуна сокращается до 3 часов.

Для того чтобы найти Нептун, необходим бинокль или зрительная труба с диаметром объектива не менее 30 мм или телескоп. В небольшой телескоп его нельзя отличить от звезд. Диск планеты может быть различим только в крупный телескоп с увеличением не менее чем в 100 раз. Весь год Нептун обращен к Земле южным полушарием. Планетоцентрическая широта центра его диска в течение года меняется от -27.5° до -27.2° . Самый благоприятный период для наблюдений Нептуна – август и сентябрь. Эфемериды Нептуна приведены на стр. 71, карта его видимого пути – на стр. 71, а сведения о продолжительности видимости – на стр. 60.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВИДИМОСТИ ПЛАНЕТ (ДЛЯ ОДЕССЫ)

Дата 2012	Меркурий ч м	Венера ч м	Марс ч м	Юпитер ч м	Сатурн ч м	Уран ч м	Нептун ч м
Янв. 1	0 55	2 13	8 55	9 05	5 27	5 47	2 56
17	--	2 40	9 41	7 50	6 22	4 30	1 39
Февр. 2	--	3 01	10 33	6 34	7 13	3 09	0 19
18	0 13	3 18	11 34	5 17	7 54	1 49	--
Март 5	1 10	3 33	11 39	4 07	8 33	0 28	--
21	--	3 46	10 46	2 59	9 09	--	--
Апр. 6	0 11	3 51	9 22	1 52	9 46	--	0 18
22	--	3 36	7 52	0 46	8 58	--	0 46
Май 8	--	2 47	6 29	--	8 07	--	1 17
24	--	1 08	5 11	--	6 44	0 43	1 54
Июнь 9	0 40	--	4 03	0 20	5 24	1 30	2 42
25	0 55	0 42	3 08	1 13	4 14	2 33	3 49
Июль 11	0 14	1 41	2 23	2 17	3 17	3 54	5 07
27	--	2 28	1 54	3 28	2 28	5 20	6 15
Авг. 12	0 51	3 01	1 35	4 44	1 52	6 50	7 11
28	0 41	3 19	1 23	6 05	1 22	8 10	8 10
Сент. 13	--	3 20	1 17	7 24	0 54	9 07	8 35
29	--	3 11	1 14	8 45	0 27	10 03	8 04
Окт. 15	--	2 56	1 16	10 10	--	10 38	7 29
31	0 13	2 39	1 20	11 38	--	9 58	6 51
Нояб. 16	--	2 20	1 24	13 09	1 16	9 10	6 02
Дек. 2	1 18	1 56	1 28	14 02	2 28	8 15	5 09
18	0 47	1 27	1 26	13 33	3 37	7 11	4 06
34	--	0 53	1 19	12 10	4 37	5 54	2 55

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

В эфемеридах планет указаны моменты восхода $t_{\text{в}}$, верхней кульминации $t_{\text{к}}$ и захода $t_{\text{з}}$ по киевскому времени, а также астрономические азимуты A точек восхода и захода для Одессы, 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 $d_{\text{п}}$ дисков Юпитера и Сатурна может быть найден по формуле $d_{\text{п}} = k d$, 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_0 центра диска планеты и может быть найдено из следующей таблицы:

B_0	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_0 центра диска Сатурна берется из его физических эфемерид (стр. 76). Для промежуточных значений B_0 коэффициент k определяется с помощью интерполяции.

В эфемериде Меркурия для периодов его видимости указаны моменты $t_{\text{вз}}$ 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.

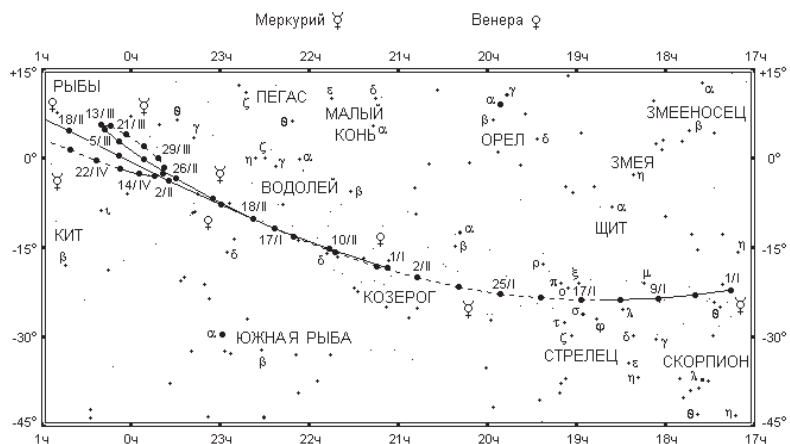
При интерполировании эфемеридных данных следует учитывать, что у верхних планет – Марса, Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна на протяжении 16 суток может быть 17 интервалов между последовательными одноименными явлениями, так как эти интервалы несколько меньше 24 часов.

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.

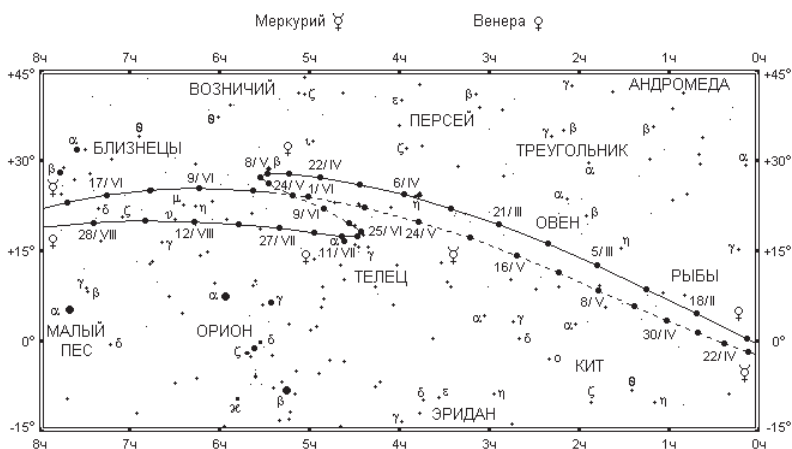
На картах видимого пути планет отмечено положение планет на 0ч всемирного времени соответствующей даты с интервалами: через 4 суток для Меркурия, через 8 суток для Венеры и Марса, через 16 суток для остальных планет. Пунктирная линия означает, что в это время планета не видна.

МЕРКУРИЙ

Дата 2012		Для Одессы				В 0ч всемирного времени					
		t_{Bz}	t_K	A	τ	α	δ	d	Фаза Блеск		
		ч м	ч м	°	ч м	ч м с	° '	"	m		
Утренняя видимость											
Янв.	1	6 11	10 33	57	0 55	17 16 04	-22 07.9	5.7	0.80	-0.3	Oph
	5	6 23	10 41	56	0 43	17 39 42	-22 58.8	5.4	0.85	-0.3	Oph
	9	6 36	10 51	55	0 29	18 04 36	-23 34.3	5.2	0.89	-0.3	Sgr
	13	6 47	11 01	55	0 16	18 30 26	-23 52.0	5.0	0.91	-0.4	Sgr
Вечерняя видимость											
Февр.	18	18 10	12 47	76	0 13	22 37 53	-10 08.4	5.2	0.95	-1.3	Aqr
	22	18 35	12 57	81	0 33	23 04 31	-6 50.5	5.5	0.90	-1.2	Aqr
	26	18 58	13 06	86	0 51	23 29 29	-3 25.2	5.9	0.80	-1.0	Psc
Март	1	19 17	13 12	91	1 04	23 51 19	-0 07.3	6.4	0.66	-0.8	Psc
	5	19 29	13 12	95	1 10	0 08 07	+2 43.2	7.2	0.48	-0.3	Psc
	9	19 29	13 05	98	1 05	0 17 58	+4 45.1	8.2	0.31	+0.4	Psc
	13	19 17	12 51	99	0 47	0 19 46	+5 41.1	9.2	0.16	+1.6	Psc
	17	18 52	12 28	98	0 17	0 13 57	+5 23.3	10.2	0.05	+3.2	Psc
Утренняя видимость											
Апр.	2	5 55	11 50	88	0 09	23 37 17	-1 40.4	10.5	0.15	+1.9	Psc
	6	5 44	11 35	87	0 11	23 38 15	-2 38.9	9.9	0.23	+1.3	Psc
	10	5 35	11 26	86	0 12	23 44 07	-2 56.6	9.2	0.31	+0.9	Psc
	14	5 28	11 20	87	0 11	23 54 03	-2 36.7	8.5	0.38	+0.7	Psc
	18	5 22	11 18	88	0 10	0 07 15	-1 43.9	8.0	0.45	+0.5	Psc
Вечерняя видимость											
Июнь	5	21 46	13 42	129	0 22	5 37 52	+25 01.4	5.3	0.91	-1.3	Tau
	9	22 07	14 01	129	0 40	6 13 16	+25 22.1	5.6	0.83	-0.9	Gem
	13	22 21	14 18	129	0 51	6 46 00	+25 04.1	5.9	0.74	-0.5	Gem
	17	22 28	14 31	127	0 57	7 15 31	+24 14.9	6.3	0.66	-0.3	Gem
	21	22 31	14 41	125	0 58	7 41 35	+23 02.2	6.7	0.58	+0.0	Gem
	25	22 28	14 48	123	0 55	8 04 05	+21 33.6	7.2	0.51	+0.2	Cnc
Июль	29	22 22	14 50	120	0 49	8 22 53	+19 55.8	7.8	0.44	+0.5	Cnc
	3	22 12	14 49	117	0 40	8 37 50	+18 15.5	8.4	0.37	+0.7	Cnc
	7	21 58	14 43	115	0 29	8 48 39	+16 39.4	9.1	0.30	+1.0	Cnc
	11	21 41	14 33	113	0 14	8 54 59	+15 14.2	9.8	0.23	+1.4	Cnc
Утренняя видимость											
Авг.	8	4 44	12 00	115	0 29	8 11 35	+16 33.9	9.5	0.14	+1.9	Cnc
	12	4 28	11 49	117	0 51	8 15 52	+17 27.2	8.5	0.25	+0.9	Cnc
	16	4 22	11 46	117	1 02	8 27 48	+17 55.7	7.6	0.39	+0.1	Cnc
	20	4 26	11 49	117	1 04	8 46 51	+17 48.6	6.8	0.55	-0.4	Cnc
	24	4 40	11 59	116	0 56	9 11 37	+16 57.8	6.1	0.71	-0.9	Cnc
	28	5 00	12 12	113	0 41	9 40 02	+15 21.7	5.6	0.84	-1.1	Leo
Сент.	1	5 25	12 26	109	0 21	10 09 59	+13 06.5	5.3	0.93	-1.4	Leo
Вечерняя видимость											
Окт.	19	18 42	14 08	61	0 09	15 02 28	-19 40.8	5.9	0.76	-0.1	Lib
	23	18 38	14 12	59	0 11	15 21 59	-21 15.6	6.2	0.70	-0.1	Lib
	27	18 33	14 14	57	0 13	15 39 44	-22 29.7	6.6	0.63	-0.1	Lib
	31	17 28	13 12	56	0 13	15 54 33	-23 18.8	7.2	0.53	+0.0	Sco
Нояб.	4	17 20	13 06	55	0 10	16 04 32	-23 36.9	7.9	0.41	+0.2	Sco
Утренняя видимость											
Нояб.	24	5 55	10 50	68	0 43	15 08 33	-15 25.3	9.0	0.16	+1.4	Lib
	28	5 35	10 33	69	1 08	15 06 09	-14 49.3	8.0	0.35	+0.2	Lib
Дек.	2	5 29	10 25	68	1 18	15 13 47	-15 20.8	7.2	0.52	-0.3	Lib
	6	5 34	10 25	66	1 17	15 28 19	-16 33.0	6.5	0.65	-0.4	Lib
	10	5 45	10 28	64	1 10	15 47 14	-18 03.1	6.0	0.75	-0.5	Lib
	14	5 59	10 34	61	1 00	16 08 54	-19 36.2	5.6	0.82	-0.5	Sco
	18	6 14	10 42	59	0 47	16 32 23	-21 03.2	5.3	0.87	-0.5	Oph
	22	6 30	10 51	57	0 34	16 57 09	-22 18.5	5.1	0.91	-0.5	Oph
	26	6 45	11 01	56	0 20	17 22 52	-23 18.6	5.0	0.94	-0.5	Oph



Видимый путь Меркурия в январе-апреле и Венеры в январе-феврале 2012 года



Видимый путь Меркурия в апреле-июне и Венеры в феврале-августе 2012 года

Конфигурации Меркурия

Верхнее соединение: 7 февр., 27 мая, 10 сент.

Нижнее соединеие: 21 марта, 28 июля, 17 нояб.

Стояние: 11 марта, 3 апр., 14 июля, 7 авг., 7 нояб., 26 нояб.

Наибольшая западная элонгация: 18 апр. 27.5°, 16 авг.

18.7°, 5 дек. 20.6°

Наибольшая восточная элонгация: 5 марта 18.2°, 1 июля

25.7°, 27 окт. 24.1°

18 янв. - афелий

2 марта - перигелий

15 апр. - афелий

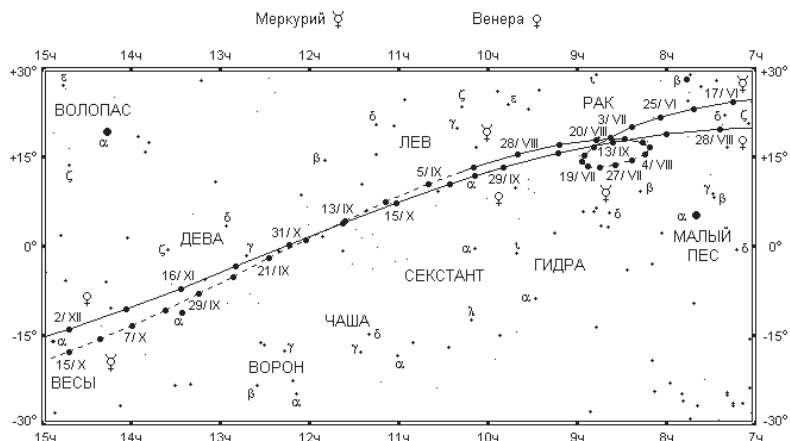
29 мая - перигелий

12 июля - афелий

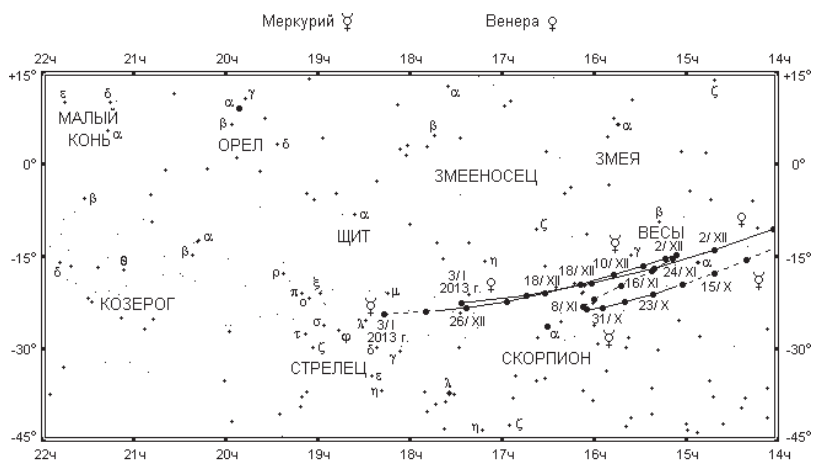
25 авг. - перигелий

8 окт. - афелий

21 нояб. - перигелий



Видимый путь Меркурия в июне-октябре и Венеры в сентябре-ноябре 2012 года



Видимый путь Меркурия в октябре-декабре и Венеры в декабре 2012 года

ВЕНЕРА

Дата 2012		Для Одессы				В 0ч всемирного времени						
		t_B	t_K	t_3	A	α	δ	d	Фаза	Блеск m		
		ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′	″				
Янв.	1	9 42	14 25	19 08	64	21 07 22	-18 25.9	12.9	0.83	-3.9	Cap	
	9	9 34	14 32	19 30	68	21 46 07	-15 16.8	13.4	0.81	-3.9	Cap	
	17	9 24	14 37	19 52	74	22 23 22	-11 42.4	13.9	0.79	-3.9	Aqr	
Февр.	25	9 11	14 42	20 13	80	22 59 18	-7 49.2	14.5	0.76	-4.0	Aqr	
	2	8 57	14 45	20 34	86	23 34 10	-3 43.9	15.2	0.74	-4.0	Psc	
	10	8 41	14 47	20 54	92	0 08 12	+0 26.9	15.9	0.71	-4.1	Psc	
Март	18	8 26	14 49	21 14	98	0 41 41	+4 37.3	16.8	0.68	-4.1	Psc	
	26	8 10	14 51	21 33	104	1 14 51	+8 41.5	17.8	0.65	-4.2	Psc	
	5	7 54	14 52	21 52	109	1 47 52	+12 33.5	19.0	0.62	-4.2	Ari	
Апр.	13	7 39	14 54	22 10	115	2 20 46	+16 07.9	20.4	0.58	-4.3	Ari	
	21	7 24	14 55	22 27	120	2 53 29	+19 19.7	22.0	0.54	-4.4	Ari	
	29	8 10	15 56	23 42	124	3 25 45	+22 04.6	24.0	0.50	-4.4	Tau	
Май	6	7 57	15 55	23 54	128	3 56 58	+24 18.9	26.3	0.45	-4.5	Tau	
	14	7 45	15 53	0 01	130	4 26 15	+26 00.4	29.2	0.40	-4.6	Tau	
	22	7 32	15 47	0 03	132	4 52 25	+27 08.5	32.6	0.34	-4.6	Tau	
Июнь	30	7 18	15 36	23 55	133	5 13 44	+27 43.7	36.9	0.28	-4.6	Tau	
	8	7 00	15 19	23 37	133	5 28 03	+27 46.8	41.9	0.21	-4.6	Tau	
	16	6 37	14 52	23 06	132	5 33 00	+27 16.5	47.6	0.13	-4.4	Tau	
Июль	24	6 07	14 13	22 19	130	5 27 00	+26 08.2	53.1	0.06	-4.1	Tau	
	1	5 30	13 26	21 20	127	5 10 58	+24 17.4	57.0	0.01	-3.5	Tau	
	9	4 52	12 34	20 15	123	4 50 27	+21 55.8	57.5	0.00	-3.2	Tau	
Авг.	17	4 16	11 46	19 16	120	4 33 35	+19 39.9	54.3	0.04	-3.9	Tau	
	25	3 44	11 07	18 30	117	4 25 45	+18 06.2	49.0	0.11	-4.3	Tau	
	3	3 18	10 38	17 58	116	4 27 54	+17 25.9	43.3	0.18	-4.5	Tau	
Сент.	11	2 57	10 18	17 39	117	4 38 48	+17 29.8	38.1	0.26	-4.6	Tau	
	19	2 41	10 04	17 28	117	4 56 35	+18 01.2	33.6	0.32	-4.6	Tau	
	27	2 29	9 56	17 24	119	5 19 39	+18 44.0	30.0	0.38	-4.5	Tau	
Окт.	4	2 21	9 52	17 23	120	5 46 48	+19 24.7	27.0	0.43	-4.5	Tau	
	12	2 17	9 51	17 24	120	6 17 09	+19 52.7	24.5	0.48	-4.4	Ori	
	20	2 18	9 52	17 26	120	6 49 54	+19 59.9	22.4	0.53	-4.3	Gem	
Нояб.	28	2 23	9 55	17 27	120	7 24 23	+19 40.4	20.7	0.57	-4.3	Gem	
	5	2 31	9 59	17 27	119	8 00 01	+18 50.8	19.3	0.60	-4.2	Cnc	
	13	2 43	10 04	17 25	116	8 36 20	+17 29.4	18.0	0.64	-4.1	Cnc	
Дек.	21	2 57	10 09	17 20	114	9 12 53	+15 36.7	16.9	0.67	-4.1	Cnc	
	29	3 13	10 14	17 14	110	9 49 22	+13 14.8	16.0	0.70	-4.0	Leo	
	7	3 30	10 19	17 06	106	10 25 39	+10 27.1	15.2	0.73	-4.0	Leo	
Янв.	15	3 49	10 23	16 57	101	11 01 42	+7 17.8	14.5	0.76	-4.0	Leo	
	23	4 08	10 27	16 46	96	11 37 34	+3 52.1	13.9	0.78	-3.9	Leo	
	31	3 27	9 32	15 35	91	12 13 25	+0 15.6	13.3	0.80	-3.9	Vir	
Февр.	8	3 48	9 36	15 24	85	12 49 29	-3 25.9	12.9	0.83	-3.9	Vir	
	16	4 08	9 41	15 14	80	13 26 02	-7 06.3	12.4	0.85	-3.8	Vir	
	24	4 29	9 47	15 04	75	14 03 19	-10 39.0	12.1	0.87	-3.8	Vir	
Март	2	4 51	9 54	14 56	70	14 41 35	-13 57.4	11.7	0.88	-3.8	Lib	
	10	5 13	10 02	14 50	65	15 21 02	-16 54.7	11.4	0.90	-3.8	Lib	
	18	5 34	10 11	14 47	62	16 01 44	-19 24.3	11.2	0.91	-3.8	Sco	
Апр.	26	5 55	10 21	14 48	59	16 43 37	-21 19.7	10.9	0.93	-3.8	Oph	
	34	6 13	10 33	14 53	57	17 26 28	-22 35.8	10.7	0.94	-3.8	Oph	

27 марта - наибольшая восточная элонгация (46.0°)

29 апр. - наибольший блеск -4.6 m

15 мая - стояние

6 июня - нижнее соединение

27 июня - стояние

12 июля - наибольший блеск -4.6 m

15 авг. - наибольшая западная элонгация (45.8°)

21 марта - перигелий

11 июля - афелий

31 окт. - перигелий

МАРС

Дата 2012	Для Одессы					В 0ч всемирного времени						Фаза	Блеск m	
	t_B	t_K	t_3	A	α	δ	d	Фаза	Блеск					
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′	″							
Янв.	1	22 11	4 45	11 15	100	11 28 18	+6 37.2	9.0	0.91	+0.2	Leo			
	9	21 48	4 20	10 48	100	11 34 46	+6 10.5	9.7	0.92	-0.0	Leo			
	17	21 21	3 52	10 20	99	11 38 55	+5 59.0	10.4	0.93	-0.2	Leo			
	25	20 50	3 22	9 50	99	11 40 23	+6 04.8	11.1	0.95	-0.4	Leo			
Февр.	2	20 15	2 49	9 19	100	11 38 51	+6 29.1	11.9	0.96	-0.6	Leo			
	10	19 36	2 13	8 46	101	11 34 11	+7 11.4	12.6	0.98	-0.8	Leo			
	18	18 52	1 34	8 11	103	11 26 29	+8 09.3	13.3	0.99	-1.0	Leo			
	26	18 05	0 52	7 34	104	11 16 15	+9 17.1	13.7	1.00	-1.2	Leo			
Март	5	17 17	0 09	6 56	106	11 04 32	+10 26.5	13.9	1.00	-1.2	Leo			
	13	16 29	23 21	6 18	107	10 52 42	+11 28.6	13.8	1.00	-1.1	Leo			
	21	15 44	22 39	5 39	109	10 42 05	+12 16.2	13.4	0.99	-1.0	Leo			
	29	16 02	23 00	6 02	109	10 33 49	+12 44.8	12.8	0.97	-0.8	Leo			
Апр.	6	15 25	22 23	5 26	110	10 28 34	+12 53.4	12.1	0.96	-0.6	Leo			
	14	14 53	21 50	4 51	109	10 26 27	+12 43.5	11.4	0.94	-0.4	Leo			
	22	14 24	21 20	4 19	109	10 27 21	+12 17.0	10.7	0.93	-0.3	Leo			
	30	14 00	20 52	3 48	108	10 30 59	+11 35.8	10.0	0.92	-0.1	Leo			
Май	8	13 39	20 27	3 18	106	10 36 58	+10 42.2	9.4	0.91	+0.1	Leo			
	16	13 20	20 03	2 50	105	10 44 54	+9 37.9	8.8	0.90	+0.2	Leo			
Июнь	24	13 04	19 42	2 23	103	10 54 30	+8 23.9	8.3	0.89	+0.3	Leo			
	1	12 49	19 21	1 56	101	11 05 30	+7 01.6	7.9	0.89	+0.5	Leo			
	9	12 36	19 02	1 31	99	11 17 39	+5 31.9	7.5	0.89	+0.6	Leo			
	17	12 25	18 44	1 05	96	11 30 48	+3 55.8	7.1	0.89	+0.7	Leo			
Июль	25	12 14	18 26	0 41	94	11 44 49	+2 14.1	6.8	0.89	+0.8	Vir			
	3	12 05	18 10	0 16	91	11 59 36	+0 27.6	6.5	0.89	+0.8	Vir			
	11	11 57	17 54	23 50	88	12 15 05	-1 22.6	6.3	0.89	+0.9	Vir			
	19	11 50	17 38	23 27	86	12 31 14	-3 15.9	6.1	0.89	+1.0	Vir			
Авг.	27	11 43	17 24	23 04	83	12 48 02	-5 11.3	5.9	0.90	+1.0	Vir			
	4	11 37	17 10	22 41	80	13 05 28	-7 07.8	5.7	0.90	+1.0	Vir			
	12	11 32	16 56	22 20	77	13 23 32	-9 04.4	5.5	0.90	+1.1	Vir			
	20	11 28	16 43	21 58	74	13 42 17	-10 59.9	5.4	0.91	+1.1	Vir			
Сент.	28	11 24	16 31	21 38	72	14 01 43	-12 53.2	5.2	0.91	+1.1	Vir			
	5	11 21	16 20	21 18	69	14 21 52	-14 43.0	5.1	0.92	+1.2	Lib			
	13	11 19	16 09	21 00	66	14 42 45	-16 28.0	5.0	0.92	+1.2	Lib			
	21	11 17	16 00	20 42	64	15 04 25	-18 06.7	4.9	0.93	+1.2	Lib			
Окт.	29	11 16	15 51	20 25	61	15 26 51	-19 37.5	4.8	0.93	+1.2	Lib			
	7	11 14	15 42	20 10	59	15 50 04	-20 59.0	4.8	0.94	+1.2	Lib			
	15	11 13	15 35	19 57	57	16 14 03	-22 09.4	4.7	0.94	+1.2	Sco			
	23	11 11	15 28	19 45	56	16 38 45	-23 07.4	4.6	0.94	+1.2	Oph			
Нояб.	31	10 09	14 22	18 34	55	17 04 05	-23 51.4	4.6	0.95	+1.2	Oph			
	8	10 06	14 16	18 26	54	17 29 59	-24 20.2	4.5	0.95	+1.2	Oph			
	16	10 02	14 11	18 20	54	17 56 19	-24 32.6	4.4	0.96	+1.2	Sgr			
	24	9 57	14 06	18 16	54	18 22 58	-24 28.1	4.4	0.96	+1.2	Sgr			
Дек.	2	9 50	14 01	18 13	54	18 49 45	-24 06.1	4.4	0.97	+1.2	Sgr			
	10	9 41	13 57	18 12	56	19 16 34	-23 26.6	4.3	0.97	+1.2	Sgr			
	18	9 31	13 52	18 13	57	19 43 14	-22 30.1	4.3	0.97	+1.2	Sgr			
	26	9 20	13 47	18 14	59	20 09 40	-21 17.2	4.2	0.98	+1.2	Cap			
	34	9 07	13 41	18 16	61	20 35 44	-19 49.1	4.2	0.98	+1.2	Cap			

25 янв. - стояние

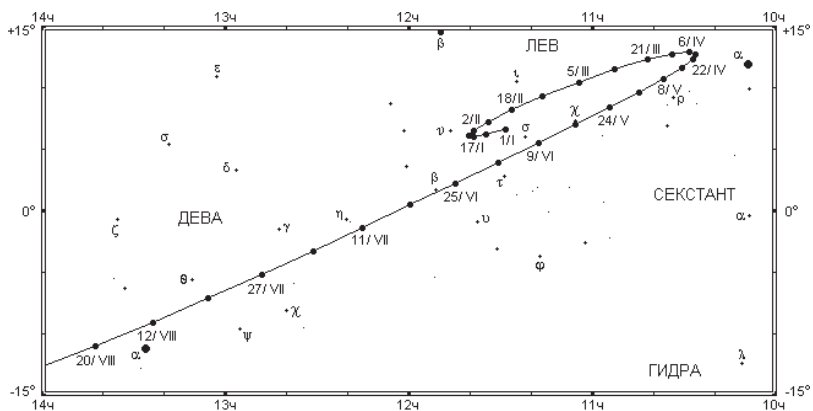
3 марта - противостояние

5 марта - наибольшее сближение с Землей до 0.674 а.е.

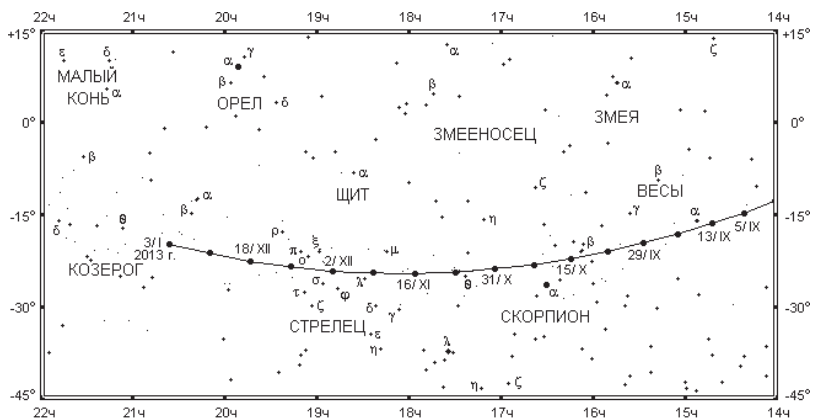
15 апр. - стояние

8 июня - восточная квадратура

16 февр. - афелий



Видимый путь Марса в январе-августе 2012 года

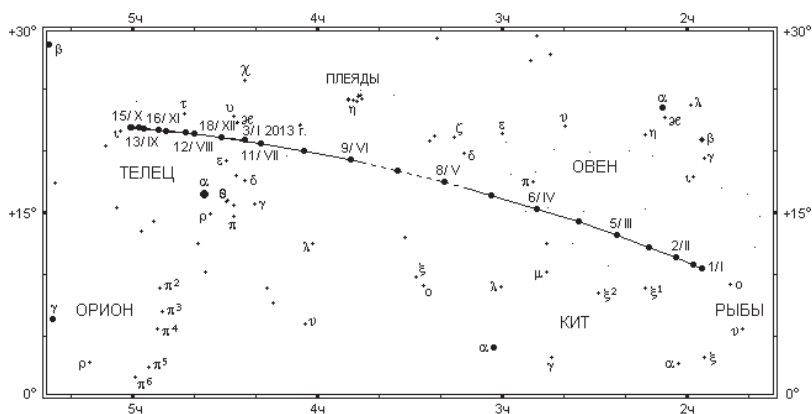


Видимый путь Марса в сентябре-декабре 2012 года

ЮПИТЕР

Дата 2012		Для Одессы				В 0ч всемирного времени						
		t_B	t_K	t_3	A	α	δ	d	Фаза	Блеск		
		ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′	″		m		
Янв.	1	12 22	19 09	2 00	106	1 55 02	+10 28.2	43.3	0.99	-2.6	Ari	
	17	11 20	18 09	1 01	106	1 57 51	+10 48.8	41.1	0.99	-2.5	Ari	
Февр.	2	10 20	17 12	0 07	107	2 03 44	+11 25.3	39.0	0.99	-2.3	Ari	
	18	9 22	16 18	23 13	109	2 12 14	+12 14.3	37.2	0.99	-2.2	Ari	
Март	5	8 26	15 25	22 26	110	2 22 53	+13 12.1	35.7	0.99	-2.2	Ari	
	21	7 30	14 35	21 40	112	2 35 15	+14 15.3	34.5	1.00	-2.1	Ari	
Апр.	6	7 36	14 46	21 56	113	2 48 55	+15 20.6	33.6	1.00	-2.0	Ari	
	22	6 42	13 57	21 13	115	3 03 29	+16 25.3	33.1	1.00	-2.0	Ari	
Май	8	5 49	13 09	20 30	117	3 18 39	+17 27.1	32.8	1.00	-2.0	Ari	
	24	4 57	12 22	19 47	118	3 34 03	+18 24.3	32.8	1.00	-2.0	Tau	
Июнь	9	4 05	11 34	19 04	119	3 49 24	+19 15.5	33.1	1.00	-2.0	Tau	
	25	3 13	10 46	18 19	120	4 04 19	+19 59.7	33.6	1.00	-2.0	Tau	
Июль	11	2 21	9 57	17 34	121	4 18 27	+20 36.4	34.5	1.00	-2.1	Tau	
	27	1 29	9 07	16 46	122	4 31 22	+21 05.6	35.6	0.99	-2.1	Tau	
Авг.	12	0 35	8 15	15 56	123	4 42 36	+21 27.5	37.0	0.99	-2.2	Tau	
	28	23 36	7 22	15 04	123	4 51 39	+21 42.6	38.7	0.99	-2.3	Tau	
Сент.	13	22 38	6 25	14 08	123	4 57 56	+21 51.6	40.7	0.99	-2.4	Tau	
	29	21 38	5 25	13 08	124	5 00 59	+21 55.2	42.8	0.99	-2.5	Tau	
Окт.	15	20 35	4 21	12 04	124	5 00 25	+21 53.8	44.8	0.99	-2.6	Tau	
	31	18 28	2 14	9 57	123	4 56 15	+21 47.5	46.7	1.00	-2.7	Tau	
Нояб.	16	17 19	1 04	8 45	123	4 49 03	+21 36.5	47.9	1.00	-2.8	Tau	
	2	16 08	23 48	7 32	123	4 40 05	+21 21.8	48.4	1.00	-2.8	Tau	
Дек.	18	14 58	22 36	6 19	122	4 31 03	+21 06.0	47.9	1.00	-2.8	Tau	
	34	13 49	21 26	5 08	122	4 23 40	+20 53.0	46.6	1.00	-2.7	Tau	

22 янв. - восточная квадратура
13 мая - соединение
7 сент. - западная квадратура
4 окт. - стояние
3 дек. - противостояние

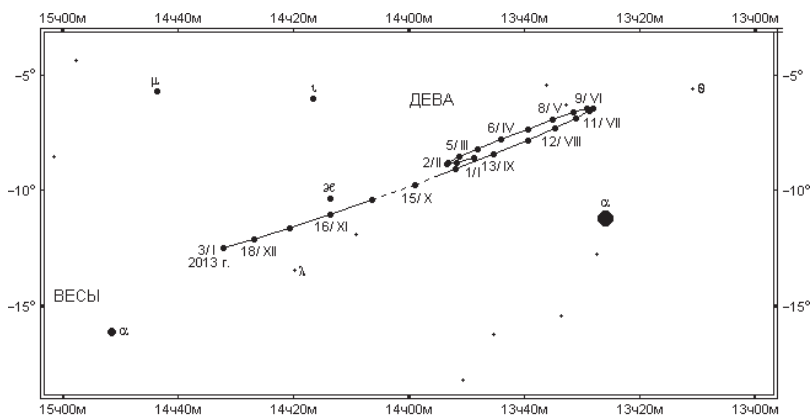


Видимый путь Юпитера в 2012 году

САТУРН

Дата 2012	Для Одессы				В 0ч всемирного времени							
	t_B	t_K	t_3	A	α	δ	d	Блеск	a	b		
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° '	''	m	''	''	''	''
Янв.	1	1 39	7 05	12 30	78	13 48 36	-8 36.1	16.6	+0.7	37.7	9.6	Vir
	17	0 40	6 05	11 30	78	13 51 46	-8 49.5	17.1	+0.7	38.7	10.1	Vir
Февр.	2	23 35	5 03	10 28	78	13 53 18	-8 53.6	17.5	+0.6	39.8	10.4	Vir
	18	22 31	4 00	9 25	78	13 53 09	-8 48.2	18.0	+0.5	40.9	10.6	Vir
Март	5	21 26	2 56	8 22	78	13 51 21	-8 34.2	18.4	+0.4	41.8	10.7	Vir
	21	20 18	1 49	7 17	79	13 48 08	-8 13.1	18.8	+0.3	42.6	10.6	Vir
Апр.	6	20 09	1 42	7 12	79	13 43 57	-7 47.6	18.9	+0.3	43.0	10.4	Vir
	22	19 00	0 35	6 06	80	13 39 22	-7 21.1	19.0	+0.3	43.0	10.0	Vir
Май	8	17 51	23 23	5 01	80	13 34 59	-6 57.1	18.8	+0.4	42.7	9.6	Vir
	24	16 43	22 17	3 55	81	13 31 23	-6 38.8	18.5	+0.5	42.0	9.3	Vir
Июнь	9	15 37	21 12	2 51	81	13 28 59	-6 28.5	18.1	+0.6	41.1	8.9	Vir
	25	14 33	20 08	1 47	81	13 28 04	-6 27.4	17.7	+0.7	40.1	8.7	Vir
Июль	11	13 31	19 06	0 44	81	13 28 43	-6 35.8	17.2	+0.7	39.0	8.5	Vir
	27	12 32	18 05	23 38	81	13 30 55	-6 53.1	16.7	+0.8	38.0	8.5	Vir
Авг.	12	11 35	17 06	22 37	80	13 34 31	-7 18.2	16.3	+0.8	37.0	8.6	Vir
	28	10 39	16 08	21 37	79	13 39 22	-7 49.7	16.0	+0.8	36.2	8.7	Vir
Сент.	13	9 44	15 11	20 37	78	13 45 13	-8 25.8	15.7	+0.8	35.6	9.0	Vir
	29	8 51	14 15	19 38	77	13 51 50	-9 04.9	15.5	+0.7	35.1	9.3	Vir
Окт.	15	7 58	13 19	18 40	76	13 58 57	-9 45.2	15.4	+0.6	34.9	9.6	Vir
	31	6 05	11 23	16 41	75	14 06 19	-10 25.1	15.4	+0.6	34.9	10.0	Vir
Нояб.	16	5 12	10 28	15 43	74	14 13 38	-11 02.9	15.5	+0.6	35.1	10.5	Vir
Дек.	2	4 19	9 32	14 44	74	14 20 36	-11 37.1	15.6	+0.7	35.4	10.9	Vir
	18	3 24	8 35	13 45	73	14 26 54	-12 06.4	15.9	+0.7	36.0	11.4	Lib
	34	2 28	7 37	12 46	72	14 32 12	-12 29.4	16.2	+0.6	36.8	11.9	Lib

19 янв. - западная квадратура
8 февр. - стояние
15 апр. - противостояние
26 июня - стояние
15 июля - восточная квадратура
25 окт. - соединение

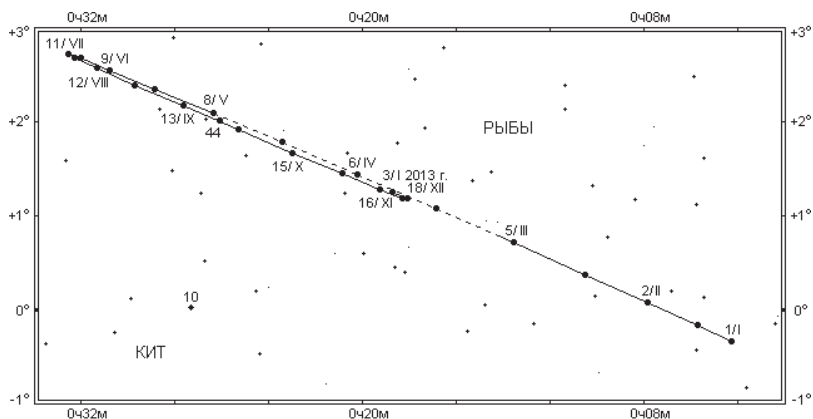


Видимый путь Сатурна в 2012 году

УРАН

Дата 2012	Для Одессы				В 0ч всемирного времени				
	t_B	t_K	t_3	A	α	δ	d	Блеск	
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° '	"	m	
Янв.	1 11 18	17 19	23 19	90	0 04 15	-0 19.7	3.5	+5.9	Psc
	17 10 15	16 17	22 19	90	0 05 41	-0 09.6	3.4	+5.9	Psc
Февр.	2 9 14	15 16	21 19	91	0 07 49	+0 04.8	3.4	+5.9	Psc
	18 8 12	14 16	20 20	91	0 10 30	+0 22.7	3.4	+5.9	Psc
Март	5 7 11	13 16	19 22	92	0 13 34	+0 42.9	3.3	+5.9	Psc
	21 6 10	12 17	18 24	92	0 16 52	+1 04.5	3.3	+5.9	Psc
Апр.	6 6 09	12 17	18 25	93	0 20 13	+1 26.2	3.3	+5.9	Psc
	22 5 07	11 17	17 27	93	0 23 26	+1 46.9	3.3	+5.9	Psc
Май	8 4 06	10 17	16 28	94	0 26 22	+2 05.5	3.4	+5.9	Psc
	24 3 05	9 17	15 29	94	0 28 51	+2 21.1	3.4	+5.9	Psc
Июнь	9 2 03	8 16	14 29	94	0 30 46	+2 33.0	3.4	+5.9	Psc
	25 1 01	7 14	13 28	94	0 32 01	+2 40.4	3.5	+5.8	Psc
Июль	11 23 54	6 12	12 25	95	0 32 31	+2 43.1	3.5	+5.8	Psc
	27 22 51	5 09	11 22	94	0 32 16	+2 41.0	3.6	+5.8	Psc
Авг.	12 21 48	4 05	10 18	94	0 31 18	+2 34.2	3.6	+5.8	Psc
	28 20 44	3 00	9 13	94	0 29 41	+2 23.5	3.6	+5.7	Psc
Сент.	13 19 40	1 55	8 07	94	0 27 37	+2 10.0	3.7	+5.7	Psc
	29 18 36	0 50	7 00	93	0 25 18	+1 55.0	3.7	+5.7	Psc
Окт.	15 17 31	23 41	5 54	93	0 22 58	+1 40.1	3.7	+5.7	Psc
	31 15 27	21 36	3 48	93	0 20 52	+1 26.9	3.6	+5.7	Psc
Нояб.	16 14 24	20 31	2 43	92	0 19 16	+1 17.0	3.6	+5.8	Psc
Дек.	2 13 20	19 27	1 39	92	0 18 18	+1 11.4	3.6	+5.8	Psc
	18 12 17	18 24	0 36	92	0 18 06	+1 10.8	3.5	+5.8	Psc
	34 11 14	17 22	23 30	92	0 18 43	+1 15.5	3.5	+5.9	Psc

24 марта - соединение
 29 июня - западная квадратура
 13 июля - стояние
 29 сент. - противостояние
 13 дек. - стояние
 26 дек. - восточная квадратура

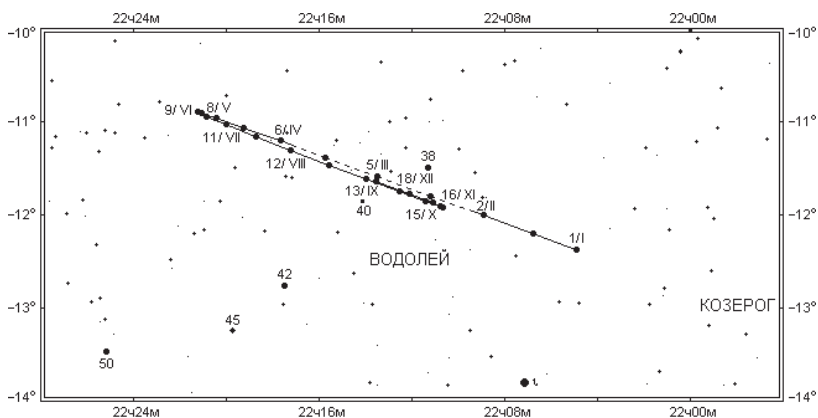


Видимый путь Урана в 2012 году

НЕПТУН

Дата 2012		Для Одессы				В 0ч всемирного времени				Блеск <i>m</i>	
		t_B	t_K	t_3	A	α	δ	d			
		ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′	″			
Янв.	1	10.10	15.19	20.29	73	22.04.54	-12.22.2	2.2	+7.9	Aqr	
	17	9.08	14.18	19.28	73	22.06.46	-12.12.0	2.2	+8.0	Aqr	
Февр.	2	8.07	13.18	18.29	73	22.08.55	-12.00.2	2.2	+8.0	Aqr	
	18	7.05	12.17	17.29	73	22.11.12	-11.47.6	2.2	+8.0	Aqr	
Март	5	6.04	11.16	16.29	74	22.13.31	-11.35.0	2.2	+8.0	Aqr	
	21	5.02	10.16	15.29	74	22.15.43	-11.22.9	2.2	+8.0	Aqr	
Апр.	6	5.00	10.15	15.29	74	22.17.40	-11.12.3	2.2	+8.0	Aqr	
	22	3.58	9.13	14.28	74	22.19.16	-11.03.7	2.2	+7.9	Aqr	
Май	8	2.56	8.12	13.27	75	22.20.25	-10.57.5	2.2	+7.9	Aqr	
	24	1.54	7.09	12.25	75	22.21.05	-10.54.3	2.2	+7.9	Aqr	
Июнь	9	0.51	6.07	11.22	75	22.21.14	-10.54.0	2.3	+7.9	Aqr	
	25	23.44	5.03	10.19	75	22.20.51	-10.56.7	2.3	+7.9	Aqr	
Июль	11	22.40	4.00	9.15	74	22.19.59	-11.02.0	2.3	+7.8	Aqr	
	27	21.37	2.55	8.10	74	22.18.44	-11.09.5	2.3	+7.8	Aqr	
Авг.	12	20.33	1.51	7.05	74	22.17.13	-11.18.4	2.3	+7.8	Aqr	
	28	19.29	0.46	6.00	74	22.15.34	-11.27.9	2.3	+7.8	Aqr	
Сент.	13	18.25	23.38	4.54	74	22.13.57	-11.37.1	2.3	+7.8	Aqr	
	29	17.22	22.34	3.50	73	22.12.31	-11.45.1	2.3	+7.8	Aqr	
Окт.	15	16.18	21.30	2.45	73	22.11.25	-11.51.1	2.3	+7.9	Aqr	
	31	14.15	19.26	0.41	73	22.10.47	-11.54.6	2.3	+7.9	Aqr	
Нояб.	16	13.12	18.23	23.34	73	22.10.40	-11.55.0	2.2	+7.9	Aqr	
Дек.	2	12.09	17.21	22.32	73	22.11.06	-11.52.4	2.2	+7.9	Aqr	
	18	11.07	16.19	21.31	73	22.12.05	-11.46.8	2.2	+7.9	Aqr	
	34	10.05	15.17	20.30	74	22.13.34	-11.38.4	2.2	+7.9	Aqr	

19 февр. - соединение
 23 мая - западная квадратура
 5 июня - стояние
 24 авг. - противостояние
 11 нояб. - стояние
 22 нояб. - восточная квадратура



Видимый путь Нептуна в 2012 году

ФИЗИЧЕСКИЕ ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА, ЛУНЫ, МАРСА, ЮПИТЕРА И САТУРНА

При астрофизических наблюдениях поверхностей Солнца, Луны, Марса, Юпитера и Сатурна 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_0 центра солнечного диска и долгота L_0 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_0 центра солнечного диска положительна, если северный полюс Солнца обращен к Земле, и отрицательна, если северный полюс Солнца с Земли не виден. Долгота L_0 центрального меридиана отсчитывается к западу, т.е. в направлении видимого вращения Солнца. Долгота L_0 за сутки уменьшается на 13.2° .

В физических эфемеридах Луны приводятся селенографические координаты: долгота λ_0 и широта β_0 центра лунного диска по отношению к геоцентрическому наблюдателю. Эти координаты также называются оптической либрацией Луны по долготе и широте. Селенографическая долгота λ_0 считается положительной к востоку и отрицательной к западу. Селенографическая широта β_0 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° .

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, или, что то же самое, моменты прохождения начального меридиана планеты через центр ее видимого диска. Если значение момента T превосходит 24 ч, то это означает, что начальный меридиан Марса проходит через центр его видимого диска не в указанную дату, а лишь на 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

относительно менее быстрым вращением. Долготы L_1 и L_2 отсчитываются от соответствующих 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 и Сатурна приводятся с учетом поправки за фазу.

Поскольку значения долгот L_0 для Марса даны через 4 суток, а значения долгот L_1 и L_2 для Юпитера, а также L_1 для Сатурна – через 8 суток, то вычисление положений центральных меридианов этих планет на промежуточные даты производится с помощью таблицы средних приращений долготы.

СОЛНЦЕ

Дата 2012	В 0ч всемирного времени			Дата 2012	В 0ч всемирного времени			Дата 2012	В 0ч всемирного времени		
	P_0	B_0	L_0		P_0	B_0	L_0		P_0	B_0	L_0
Январь				Май				Сентябрь			
1	+2.3	-2.9	117.7	4	-23.5	-3.8	283.2	1	+21.1	+7.2	135.9
5	+0.4	-3.4	65.1	8	-22.6	-3.4	230.3	5	+22.1	+7.2	83.0
9	-1.5	-3.9	12.4	12	-21.7	-3.0	177.5	9	+23.0	+7.2	30.2
13	-3.4	-4.3	319.7	16	-20.6	-2.5	124.6	13	+23.7	+7.2	337.4
17	-5.3	-4.7	267.0	20	-19.4	-2.1	71.6	17	+24.4	+7.2	284.6
21	-7.2	-5.1	214.4	24	-18.1	-1.6	18.7	21	+25.0	+7.1	231.8
25	-8.9	-5.4	161.7	28	-16.7	-1.1	325.8	25	+25.5	+7.0	179.0
29	-10.7	-5.7	109.0	Июнь				29	+25.8	+6.8	126.2
Февраль				1	-15.3	-0.6	272.9	Октябрь			
2	-12.3	-6.0	56.4	5	-13.8	-0.2	219.9	3	+26.1	+6.6	73.4
6	-13.9	-6.3	3.7	9	-12.2	+0.3	167.0	7	+26.2	+6.4	20.6
10	-15.4	-6.6	311.0	13	-10.5	+0.8	114.1	11	+26.3	+6.1	327.9
14	-16.8	-6.8	258.4	17	-8.8	+1.3	61.1	15	+26.2	+5.9	275.1
18	-18.2	-6.9	205.7	21	-7.0	+1.8	8.2	19	+26.0	+5.5	222.3
22	-19.4	-7.1	153.0	25	-5.2	+2.2	315.2	23	+25.6	+5.2	169.6
26	-20.6	-7.2	100.3	29	-3.4	+2.7	262.3	27	+25.2	+4.8	116.8
Март				Июль				31	+24.6	+4.5	64.1
1	-21.6	-7.2	47.7	3	-1.6	+3.1	209.3	Ноябрь			
5	-22.6	-7.2	355.0	7	+0.2	+3.5	156.4	4	+23.9	+4.0	11.3
9	-23.4	-7.2	302.3	11	+2.0	+4.0	103.4	8	+23.1	+3.6	318.6
13	-24.1	-7.2	249.5	15	+3.8	+4.4	50.5	12	+22.1	+3.2	265.9
17	-24.8	-7.1	196.8	19	+5.5	+4.7	357.6	16	+21.0	+2.7	213.1
21	-25.3	-7.0	144.1	23	+7.3	+5.1	304.7	20	+19.8	+2.2	160.4
25	-25.7	-6.9	91.4	27	+8.9	+5.4	251.7	24	+18.5	+1.7	107.7
29	-26.0	-6.7	38.6	31	+10.6	+5.7	198.8	28	+17.1	+1.2	55.0
Апрель				Август				Декабрь			
2	-26.2	-6.5	345.8	4	+12.1	+6.0	145.9	2	+15.6	+0.7	2.2
6	-26.3	-6.2	293.0	8	+13.6	+6.3	93.0	6	+14.0	+0.2	309.5
10	-26.2	-6.0	240.3	12	+15.1	+6.5	40.2	10	+12.3	-0.3	256.8
14	-26.1	-5.7	187.4	16	+16.4	+6.7	347.3	14	+10.5	-0.8	204.1
18	-25.8	-5.3	134.6	20	+17.7	+6.9	294.4	18	+8.7	-1.3	151.4
22	-25.4	-5.0	81.8	24	+19.0	+7.0	241.6	22	+6.8	-1.8	98.7
26	-24.9	-4.6	29.0	28	+20.1	+7.1	188.7	26	+4.9	-2.3	46.0
30	-24.2	-4.2	336.1					30	+2.9	-2.8	353.4
								34	+1.0	-3.3	300.7

ЛУНА

Дата 2012	В 0ч				Дата 2012	В 0ч				Дата 2012	В 0ч			
	λ_o	β_o	P_o	Q_o		λ_o	β_o	P_o	Q_o		λ_o	β_o	P_o	Q_o
Январь					Май					Сентябрь				
1	+3.2	-6.2	336.0	66.3	2	-7.0	+6.7	22.6	109.2	1	+5.1	-6.3	337.2	204.0
3	+0.6	-4.6	338.2	70.5	4	-4.3	+5.4	23.9	106.1	3	+4.4	-5.0	335.8	239.8
5	-2.0	-2.2	344.3	77.3	6	-0.4	+2.5	19.0	65.5	5	+2.5	-2.8	338.7	248.4
7	-4.0	+0.6	353.8	84.4	8	+3.5	-1.0	8.3	275.1	7	-0.0	-0.1	345.5	257.0
9	-4.9	+3.4	4.7	61.0	10	+6.3	-4.2	355.7	262.1	9	-2.7	+2.5	355.0	266.3
11	-4.8	+5.7	14.6	296.9	12	+7.5	-6.2	345.3	253.6	11	-4.8	+4.8	5.5	274.7
13	-3.8	+6.7	21.5	296.7	14	+7.0	-6.8	338.6	249.8	13	-5.7	+6.3	15.1	279.7
15	-2.2	+6.2	24.0	295.0	16	+5.3	-6.1	335.9	249.9	15	-5.1	+6.5	21.9	272.9
17	-0.3	+4.2	21.2	289.5	18	+2.8	-4.4	337.2	253.7	17	-3.1	+5.2	24.3	131.3
19	+1.6	+1.2	12.8	280.7	20	+0.1	-1.9	342.4	261.7	19	-0.5	+2.5	21.0	112.0
21	+3.4	-2.0	1.1	272.4	22	-2.6	+0.9	351.0	86.0	21	+2.0	-0.7	12.1	100.3
23	+4.6	-4.7	349.7	300.8	24	-5.0	+3.5	1.3	96.9	23	+3.9	-3.8	0.1	89.0
25	+4.9	-6.3	341.3	58.1	26	-6.7	+5.7	11.4	105.2	25	+5.1	-5.9	348.8	80.4
27	+4.0	-6.6	336.8	61.7	28	-7.4	+6.8	19.3	110.5	27	+5.5	-6.6	340.4	77.0
29	+2.1	-5.6	336.3	65.2	30	-6.6	+6.5	23.7	112.0	29	+5.1	-6.0	336.2	85.6
31	-0.6	-3.7	339.8	70.9	Июнь					Октябрь				
Февраль					1	-4.4	+4.6	23.2	108.9	1	+3.8	-4.2	336.3	229.5
2	-3.2	-1.1	347.1	78.9	3	-0.9	+1.5	16.5	101.9	3	+1.7	-1.7	340.6	250.1
4	-5.1	+1.7	357.2	87.5	5	+2.8	-2.0	4.8	261.6	5	-0.9	+1.0	348.5	260.7
6	-5.7	+4.3	8.1	91.9	7	+5.8	-5.0	352.2	255.7	7	-3.7	+3.6	358.5	270.6
8	-4.8	+6.1	17.4	4.3	9	+7.2	-6.6	342.6	249.3	9	-5.8	+5.6	8.8	279.1
10	-2.9	+6.5	23.0	302.4	11	+6.9	-6.7	337.2	246.9	11	-6.7	+6.7	17.5	284.7
12	-0.4	+5.3	23.6	295.7	13	+5.1	-5.6	335.9	248.1	13	-6.0	+6.3	23.1	285.5
14	+1.7	+2.9	18.5	287.5	15	+2.6	-3.5	338.6	252.2	15	-3.6	+4.5	24.0	266.5
16	+3.4	-0.3	8.6	277.1	17	-0.2	-0.9	345.3	258.1	17	-0.2	+1.4	18.7	109.9
18	+4.4	-3.3	356.8	267.7	19	-2.7	+1.9	354.8	254.5	19	+3.1	-2.1	8.0	95.1
20	+4.8	-5.5	346.4	265.2	21	-4.7	+4.4	5.3	108.6	21	+5.5	-4.9	355.6	83.5
22	+4.4	-6.5	339.3	347.1	23	-5.9	+6.2	14.8	111.3	23	+6.6	-6.5	345.1	75.5
24	+3.2	-6.2	336.1	55.9	25	-6.2	+6.8	21.5	111.2	25	+6.6	-6.7	338.3	72.1
26	+1.0	-4.8	337.0	64.4	27	-5.4	+5.9	24.2	113.7	27	+5.5	-5.5	335.7	73.3
28	-1.6	-2.6	341.8	72.4	29	-3.6	+3.6	21.7	109.1	29	+3.7	-3.3	337.4	84.3
Март					Июль					31	+1.3	-0.6	343.1	252.5
1	-4.3	+0.1	350.1	81.6	1	-0.8	+0.4	13.4	101.4	Ноябрь				
3	-6.2	+2.8	0.6	91.1	3	+2.4	-3.0	1.1	101.5	2	-1.5	+2.1	352.0	265.9
5	-6.8	+5.1	11.1	98.1	5	+5.0	-5.5	349.0	244.0	4	-4.2	+4.6	2.2	275.8
7	-5.6	+6.4	19.5	95.8	7	+6.4	-6.7	340.5	244.6	6	-6.3	+6.2	12.0	283.7
9	-2.9	+6.2	23.8	323.4	9	+6.2	-6.3	336.2	244.6	8	-7.4	+6.8	19.7	288.7
11	+0.4	+4.4	22.5	296.0	11	+4.5	-4.8	336.4	247.4	10	-6.9	+6.0	24.0	289.9
13	+3.3	+1.4	15.2	284.3	13	+2.0	-2.5	340.6	252.7	12	-4.5	+3.7	23.2	286.3
15	+5.1	-1.8	4.0	272.5	15	-0.8	+0.2	348.4	259.8	14	-0.9	+0.4	16.1	118.5
17	+5.8	-4.5	352.5	262.9	17	-3.1	+2.9	358.5	265.2	16	+3.1	-3.1	4.2	88.5
19	+5.6	-6.1	343.3	258.0	19	-4.6	+5.2	9.0	218.6	18	+6.1	-5.7	351.6	77.8
21	+4.5	-6.5	337.7	262.5	21	-5.1	+6.5	17.7	120.3	20	+7.6	-6.8	342.1	71.1
23	+2.8	-5.7	335.9	21.6	23	-4.7	+6.4	23.1	117.5	22	+7.4	-6.4	336.8	68.7
25	+0.4	-3.9	338.2	63.4	25	-3.6	+5.0	23.9	114.2	24	+6.0	-4.8	335.8	69.9
27	-2.3	-1.4	344.4	74.9	27	-1.9	+2.3	19.3	107.6	26	+3.7	-2.4	339.0	73.9
29	-5.0	+1.3	353.5	85.4	29	+0.2	-1.0	9.4	98.4	28	+1.1	+0.4	346.1	74.9
31	-7.0	+3.9	4.1	95.2	31	+2.6	-4.0	357.1	91.5	30	-1.7	+3.1	355.7	276.0
Апрель					Август					Декабрь				
2	-7.7	+5.8	13.9	102.6	2	+4.6	-6.0	346.0	143.1	2	-4.2	+5.3	6.0	282.5
4	-6.5	+6.6	21.2	105.0	4	+5.6	-6.6	338.7	237.3	4	-6.3	+6.6	15.2	288.6
6	-3.6	+5.8	24.1	92.2	6	+5.3	-5.7	335.8	242.5	6	-7.4	+6.7	21.7	292.2
8	+0.3	+3.4	20.9	298.2	8	+3.6	-3.8	337.3	247.5	8	-7.1	+5.4	24.4	292.2
10	+3.9	+0.1	11.8	280.3	10	+1.0	-1.3	342.9	254.4	10	-5.3	+2.8	21.9	288.5
12	+6.2	-3.1	359.6	267.5	12	-1.7	+1.4	351.6	262.7	12	-1.9	-0.6	13.3	283.1
14	+7.0	-5.5	348.6	258.1	14	-3.8	+3.9	2.1	270.2	14	+2.2	-4.0	0.6	70.9
16	+6.5	-6.6	340.7	253.3	16	-4.9	+5.8	12.3	271.3	16	+5.7	-6.2	348.3	71.3
18	+4.9	-6.5	336.5	253.5	18	-4.8	+6.5	20.1	160.0	18	+7.6	-6.7	339.8	67.2
20	+2.8	-5.1	336.3	262.3	20	-3.6	+5.9	24.1	121.2	20	+7.6	-5.8	335.9	66.4
22	+0.2	-2.9	340.0	54.9	22	-1.8	+3.8	22.8	113.6	22	+6.1	-3.8	336.5	68.8
24	-2.6	-0.3	347.5	78.7	24	+0.1	+0.8	16.0	104.6	24	+3.6	-1.2	341.3	73.7
26	-5.2	+2.5	357.3	90.4	26	+2.0	-2.4	4.9	94.1	26	+0.8	+1.5	349.5	78.7
28	-7.2	+4.9	7.7	100.0	28	+3.6	-5.0	352.9	85.6	28	-1.8	+4.0	359.6	57.8
30	-7.9	+6.4	16.7	106.7	30	+4.8	-6.4	343.1	86.1	30	-4.0	+5.8	9.7	294.6
										32	-5.7	+6.7	18.1	294.3

МАРС

Дата 2012	В 0ч всемирного времени					Т ч М	Дата 2012	В 0ч всемирного времени					Т ч М
	P о	B о	Q о	L о	P о			B о	Q о	L о			
Январь							Июль						
1	21.8	+23.7	292.2	96.6	20 24		3	26.8	+26.1	113.4	196.9	13 41	
5	22.3	+23.6	292.0	59.0	22 57		7	27.8	+26.1	113.4	158.1	16 21	
9	22.7	+23.5	291.8	21.5	0 51		11	28.8	+26.0	113.3	119.3	19 01	
13	23.0	+23.4	291.5	344.2	3 23		15	29.8	+25.8	113.3	80.5	21 41	
17	23.2	+23.3	291.1	307.0	5 54		19	30.8	+25.6	113.2	41.6	24 22	
21	23.4	+23.2	290.7	270.0	8 25		23	31.8	+25.3	113.1	2.7	2 22	
25	23.4	+23.1	290.2	233.1	10 54		27	32.7	+25.0	112.9	323.9	5 02	
29	23.3	+23.0	289.6	196.5	13 23		31	33.5	+24.7	112.7	285.0	7 43	
Февраль							Август						
2	23.2	+22.9	288.8	160.0	15 50		4	34.4	+24.2	112.5	246.1	10 23	
6	22.9	+22.8	287.8	123.8	18 17		8	35.1	+23.8	112.2	207.1	13 04	
10	22.5	+22.7	286.5	87.8	20 42		12	35.8	+23.3	112.0	168.2	15 45	
14	21.9	+22.6	284.8	52.0	23 07		16	36.5	+22.7	111.6	129.3	18 26	
18	21.3	+22.5	282.1	16.5	0 55		20	37.0	+22.1	111.2	90.3	21 06	
22	20.6	+22.4	277.8	341.3	3 18		24	37.5	+21.4	110.8	51.4	23 47	
26	19.8	+22.3	269.4	306.2	5 41		28	38.0	+20.7	110.4	12.5	1 48	
Март							Сентябрь						
1	18.9	+22.2	246.3	271.3	8 04		1	38.3	+19.9	109.8	333.5	4 29	
5	18.0	+22.1	181.5	236.5	10 26		5	38.5	+19.1	109.3	294.6	7 10	
9	17.1	+22.1	142.1	201.7	12 49		9	38.7	+18.2	108.7	255.6	9 50	
13	16.2	+22.0	129.6	166.7	15 11		13	38.8	+17.3	108.1	216.7	12 31	
17	15.3	+22.0	123.9	131.5	17 34		17	38.8	+16.3	107.4	177.8	15 12	
21	14.6	+21.9	120.7	96.1	19 58		21	38.7	+15.3	106.6	138.8	17 53	
25	13.9	+21.9	118.5	60.5	23 23		25	38.5	+14.3	105.8	99.9	20 33	
29	13.3	+22.0	117.0	24.6	1 12		29	38.2	+13.2	105.0	60.9	23 14	
Апрель							Октябрь						
2	12.8	+22.0	115.8	348.5	3 38		3	37.7	+12.1	104.1	22.0	1 15	
6	12.5	+22.1	114.9	312.1	6 06		7	37.2	+11.0	103.2	343.1	3 56	
10	12.2	+22.2	114.2	275.5	8 34		11	36.6	+9.8	102.2	304.1	6 36	
14	12.2	+22.4	113.7	238.7	11 03		15	35.9	+8.6	101.2	265.2	9 17	
18	12.2	+22.6	113.3	201.7	13 33		19	35.1	+7.4	100.2	226.2	11 58	
22	12.3	+22.8	113.0	164.5	16 04		23	34.2	+6.1	99.1	187.3	14 38	
26	12.6	+23.0	112.8	127.2	18 36		27	33.2	+4.8	97.9	148.3	17 19	
30	13.0	+23.2	112.6	89.6	21 09		31	32.1	+3.5	96.8	109.3	19 00	
Май							Ноябрь						
4	13.4	+23.5	112.5	52.0	23 42		4	31.0	+2.2	95.6	70.3	21 41	
8	14.0	+23.8	112.5	14.2	1 37		8	29.7	+0.9	94.4	31.3	24 22	
12	14.6	+24.0	112.5	336.4	4 12		12	28.4	-0.4	93.2	352.3	2 22	
16	15.3	+24.3	112.5	298.4	6 47		16	26.9	-1.7	91.9	313.2	5 03	
20	16.0	+24.6	112.6	260.3	9 23		20	25.4	-3.1	90.7	274.1	7 44	
24	16.8	+24.8	112.6	222.1	11 59		24	23.9	-4.4	89.5	235.0	10 26	
28	17.7	+25.1	112.7	183.9	14 35		28	22.2	-5.7	88.2	195.9	13 07	
Июнь							Декабрь						
1	18.6	+25.3	112.8	145.5	17 12		2	20.6	-7.1	87.0	156.8	15 48	
5	19.6	+25.5	112.9	107.1	19 50		6	18.8	-8.4	85.8	117.6	18 30	
9	20.6	+25.7	113.0	68.7	22 28		10	17.0	-9.7	84.6	78.4	21 11	
13	21.6	+25.9	113.1	30.2	0 26		14	15.2	-10.9	83.4	39.2	23 53	
17	22.6	+26.0	113.2	351.6	3 05		18	13.3	-12.2	82.3	359.9	1 54	
21	23.6	+26.1	113.3	313.0	5 44		22	11.4	-13.4	81.2	320.6	4 36	
25	24.7	+26.1	113.3	274.3	8 23		26	9.5	-14.6	80.1	281.2	7 19	
29	25.7	+26.2	113.3	235.6	11 02		30	7.5	-15.7	79.1	241.8	10 01	
							34	5.6	-16.8	78.2	202.4	12.44	

ЮПИТЕР

Дата 2012	В 0ч всемирного времени				Дата 2012	В 0ч всемирного времени				Дата 2012	В 0ч всемирного времени			
	P_o	B_o	L_o	L_2		P_o	B_o	L_o	L_2		P_o	B_o	L_o	L_2
Январь					Май					Сентябрь				
1	338.2	+3.0	269.1	287.0	8	344.5	+2.9	291.9	53.2	5	353.9	+3.0	142.6	68.3
9	338.3	+3.0	91.3	48.2	16	345.1	+3.0	113.2	173.5	13	354.2	+3.0	325.8	190.4
17	338.4	+2.9	273.4	169.2	24	345.8	+3.0	294.5	293.8	21	354.4	+3.0	149.1	312.7
25	338.6	+2.9	95.2	290.0	Июнь					29	354.5	+3.0	332.6	75.2
Февраль					1	346.6	+3.0	116.0	54.2	Октябрь				
2	338.8	+2.9	276.9	50.7	9	347.3	+3.0	297.5	174.7	7	354.5	+3.0	156.3	197.8
10	339.0	+2.9	98.5	171.2	17	348.0	+3.0	119.1	295.3	15	354.4	+3.0	340.1	320.6
18	339.3	+2.9	279.9	291.6	25	348.7	+3.0	300.9	56.0	23	354.3	+3.0	164.1	83.5
26	339.7	+2.9	101.2	51.9	Июль					31	354.0	+3.0	348.2	206.6
Март					3	349.4	+3.0	122.8	176.8	Ноябрь				
5	340.0	+2.9	282.5	172.1	11	350.1	+3.0	304.8	297.8	8	353.7	+3.0	172.4	329.7
13	340.5	+2.9	103.7	292.3	19	350.8	+3.0	126.9	58.8	16	353.3	+3.0	356.7	93.0
21	340.9	+2.9	284.9	52.5	27	351.4	+3.0	309.1	180.1	24	352.8	+3.0	181.0	216.3
29	341.4	+2.9	106.0	172.6	Август					Декабрь				
Апрель					4	352.0	+3.0	131.5	301.4	2	352.3	+3.0	5.3	339.5
6	342.0	+2.9	287.2	292.7	12	352.6	+3.0	314.1	62.9	10	351.8	+3.0	189.5	102.7
14	342.6	+2.9	108.3	52.8	20	353.1	+3.0	136.8	184.6	18	351.4	+3.0	13.6	225.7
22	343.2	+2.9	289.5	172.9	28	353.5	+3.0	319.6	306.4	26	351.0	+3.0	197.4	348.5
30	343.8	+2.9	110.7	293.0						34	350.6	+2.9	21.0	111.0

САТУРН

Дата 2012	В 0ч всемирного времени				Дата 2012	В 0ч всемирного времени				Дата 2012	В 0ч всемирного времени			
	P_o	B_o	L_o	b/a		P_o	B_o	L_o	b/a		P_o	B_o	L_o	b/a
Январь					Май					Сентябрь				
1	358.4	+14.8	348.1	+0.256	8	358.0	+13.1	67.5	+0.226	5	358.2	+14.3	213.5	+0.247
9	358.4	+15.0	262.7	+0.258	16	358.0	+12.9	342.1	+0.223	13	358.3	+14.6	126.7	+0.252
17	358.5	+15.1	177.4	+0.260	24	357.9	+12.7	256.5	+0.220	21	358.4	+15.0	40.0	+0.258
25	358.5	+15.1	92.2	+0.261	Июнь					29	358.5	+15.3	313.3	+0.264
Февраль					1	357.9	+12.6	170.8	+0.218	Октябрь				
2	358.5	+15.1	7.1	+0.261	9	357.9	+12.5	84.9	+0.217	7	358.6	+15.7	226.6	+0.270
10	358.5	+15.1	282.1	+0.261	17	357.9	+12.5	358.9	+0.216	15	358.7	+16.0	139.9	+0.276
18	358.5	+15.1	197.1	+0.260	25	357.9	+12.5	272.7	+0.217	23	358.8	+16.4	53.3	+0.282
26	358.5	+14.9	112.2	+0.258	Июль					31	358.9	+16.7	326.8	+0.288
Март					3	357.9	+12.6	186.5	+0.217	Ноябрь				
5	358.5	+14.8	27.4	+0.256	11	357.9	+12.7	100.1	+0.219	8	359.0	+17.1	240.4	+0.294
13	358.4	+14.6	302.5	+0.253	19	357.9	+12.8	13.6	+0.221	16	359.1	+17.4	154.0	+0.299
21	358.4	+14.4	217.7	+0.249	27	357.9	+13.0	287.1	+0.224	24	359.2	+17.7	67.8	+0.304
29	358.3	+14.2	132.8	+0.246	Август					Декабрь				
Апрель					4	358.0	+13.2	200.4	+0.228	2	359.3	+18.0	341.6	+0.309
6	358.3	+14.0	47.9	+0.242	12	358.0	+13.4	113.7	+0.232	10	359.4	+18.3	255.6	+0.313
14	358.2	+13.7	323.0	+0.237	20	358.1	+13.7	27.0	+0.237	18	359.5	+18.5	169.7	+0.317
22	358.2	+13.5	237.9	+0.233	28	358.1	+14.0	300.3	+0.241	26	359.6	+18.7	83.9	+0.321
30	358.1	+13.3	152.8	+0.230						34	359.6	+18.9	358.2	+0.324

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

Интер- валы	Марс	Юпитер		Сатурн	Интер- валы	Марс	Юпитер		Сатурн
	о	I	II	I		о	I	II	I
	о	о	о	о		о	о	о	о
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

Насколько тонки кольца Сатурна? Измерения яркости колец под различными углами показали, что они имеют толщину не больше километра, что в пропорции делает их тоньше бритвенного лезвия. Однако толщина колец Сатурна кажется ещё более впечатляющей, если их фотографировать с ребра. Роботизированный космический аппарат Кассини, который сейчас обращается вокруг Сатурна, недавно сделал ещё один снимок, подчёркивающий тонкость колец. Фотография была сделана в инфракрасном свете с использованием поляризационного фильтра. Титан как раз поднимается над кольцами, а их тёмная тень на поверхности Сатурна показывает нам, что Солнце находится выше их плоскости. Кассини – первый Земной аппарат, обращающийся вокруг Сатурна. Его работа продлена до 2017 года.



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 173 спутника планет. Из них только 146 имеют собственные названия. Остальным спутникам присвоены временные обозначения. Основные справочные данные по 168 спутникам с известными орбитами приведены в таблице сведений о спутниках планет. Таблица составлена по состоянию на июль 2011 года. В таблицу не включены сведения о спутнике Юпитера S/2000 J11 и 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, орбита которого еще не была уточнена 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 (в экваториальных радиусах планеты)	от планеты (в тыс. км)	Сидерический период обращения (в сутках)	Диаметр (в км)	Блеск в среднем противостоянии <i>m</i>
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

1	2	3	4	5	6
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
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 S/2003 J2	400.2	28570	982.5	2	+23.2
51 S/2003 J3	256.9	18340	504.0	2	+23.4
52 S/2003 J4	325.8	23258	723.2	2	+23.0
53 S/2003 J5	337.3	24084	759.7	4	+22.4
54 S/2003 J9	314.3	22442	683.0	1	+23.7
55 S/2003 J10	339.6	24250	767.0	2	+23.6
56 S/2003 J12	266.1	19002	533.3	1	+23.9
57 S/2003 J15	308.1	22000	668.4	2	+23.5
58 S/2003 J16	294.1	21000	595.4	2	+23.3
59 Herse	308.1	22000	690.3	2	+23.4
60 S/2003 J18	289.9	20700	606.3	2	+23.4
61 S/2003 J19	319.3	22800	701.3	2	+23.7
62 S/2003 J23	336.1	24000	759.2	2	+23.6
63 S/2010 J1	325.7	23252	724.3	?	+23.1
64 S/2010 J2	283.7	20253	588.8	?	+24.0

1	2	3	4	5	6
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
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 Полидевка	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

1	2	3	4	5	6
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
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 Галатей	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 вертикальная двойная полоса изображает диск Юпитера в различные моменты киевского времени. Горизонтальные линии означают начало календарных суток, т.е. соответствуют 0ч00м по киевскому 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 горизонтальную линию, соответствующую данному моменту времени, которая в пересечении с кривыми линиями даст видимое расположение спутников относительно планеты. Расстояния спутников от Юпитера выражены в его экваториальных радиусах $R_{Ю}$.

Более точно расположение спутников в заданный момент времени может быть получено путем вычислений. Для этой цели служит таблица моментов верхних геоцентрических соединений спутников Юпитера.

Пусть требуется вычислить положения спутников для некоторого момента киевского времени T . По таблице моментов верхних геоцентрических соединений спутников Юпитера следует найти момент T_c верхнего соединения спутника, непосредственно предшествующий моменту T . Тогда видимое расстояние x спутника от центра диска планеты будет равно:

$$x = \rho \sin u,$$

где ρ – радиус орбиты спутника, $u = \omega (T - T_c)$, а ω – относительное смещение спутника по орбите за один час (часовое синодическое движение). Разность $(T - T_c)$ должна быть выражена в часах и в долях часа.

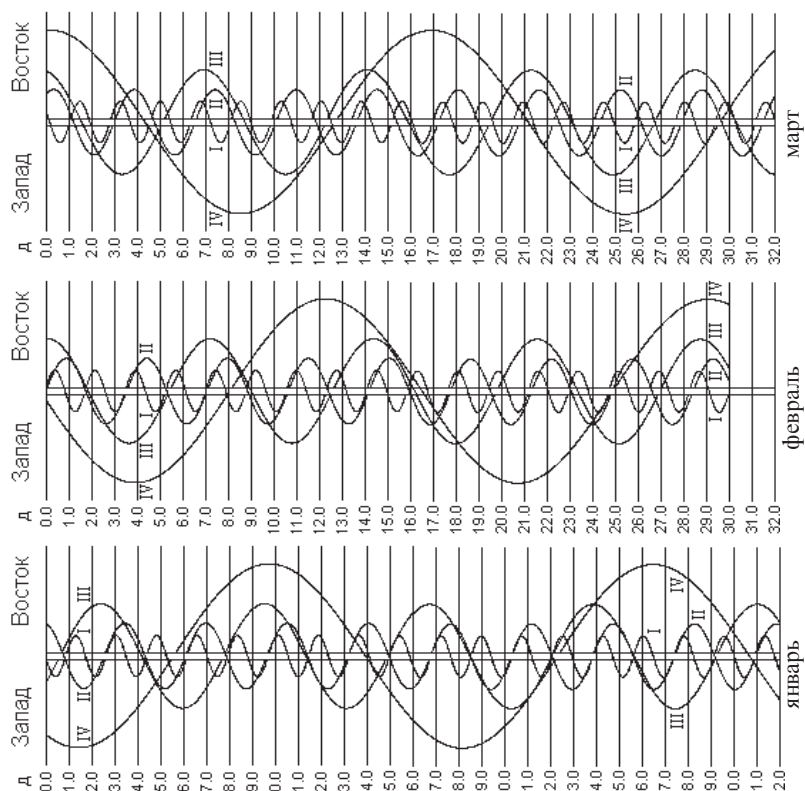
Значения ρ , выраженные в экваториальных радиусах Юпитера, часовые синодические движения ω и относительные суточные движения Ω (суточные синодические движения) приведены в таблице:

Спутник	$\rho, R_{\text{Ю}}$	$\omega, ^\circ/\text{ч}$	$\Omega, ^\circ/\text{сут}$
I, Ио	5.908	8.475	203.41
II, Европа	9.400	4.220	101.29
III, Ганимед	14.993	2.093	50.23
IV, Каллисто	26.372	0.8953	21.49

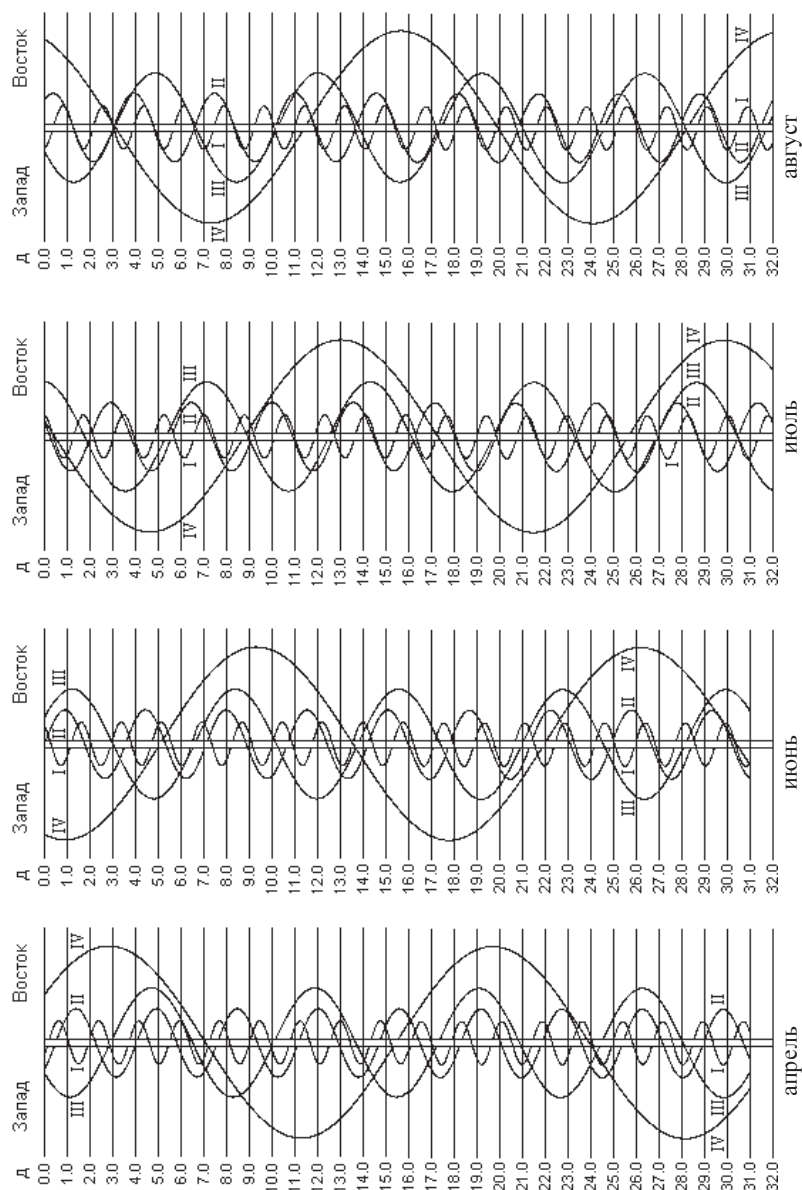
Выражая $(T - T_c)$ в часах и взяв ω из таблицы, вычисляем угол u . Если $u = 0^\circ$ или $u = 360^\circ$, то спутник находится в верхнем геоцентрическом соединении (за планетой). Если $u = 180^\circ$, то спутник находится в нижнем геоцентрическом соединении (перед планетой). Затем, выбирая ρ из таблицы, находим x в экваториальных радиусах Юпитера.

Если $x > 0$, то спутник находится к востоку от планеты (в поле зрения телескопа – справа); если $x < 0$, то спутник расположен к западу (слева). Если $|x| < 1$, то вблизи нижнего геоцентрического соединения спутник может проходить перед диском Юпитера, а вблизи верхнего геоцентрического соединения может произойти покрытие спутника диском планеты.

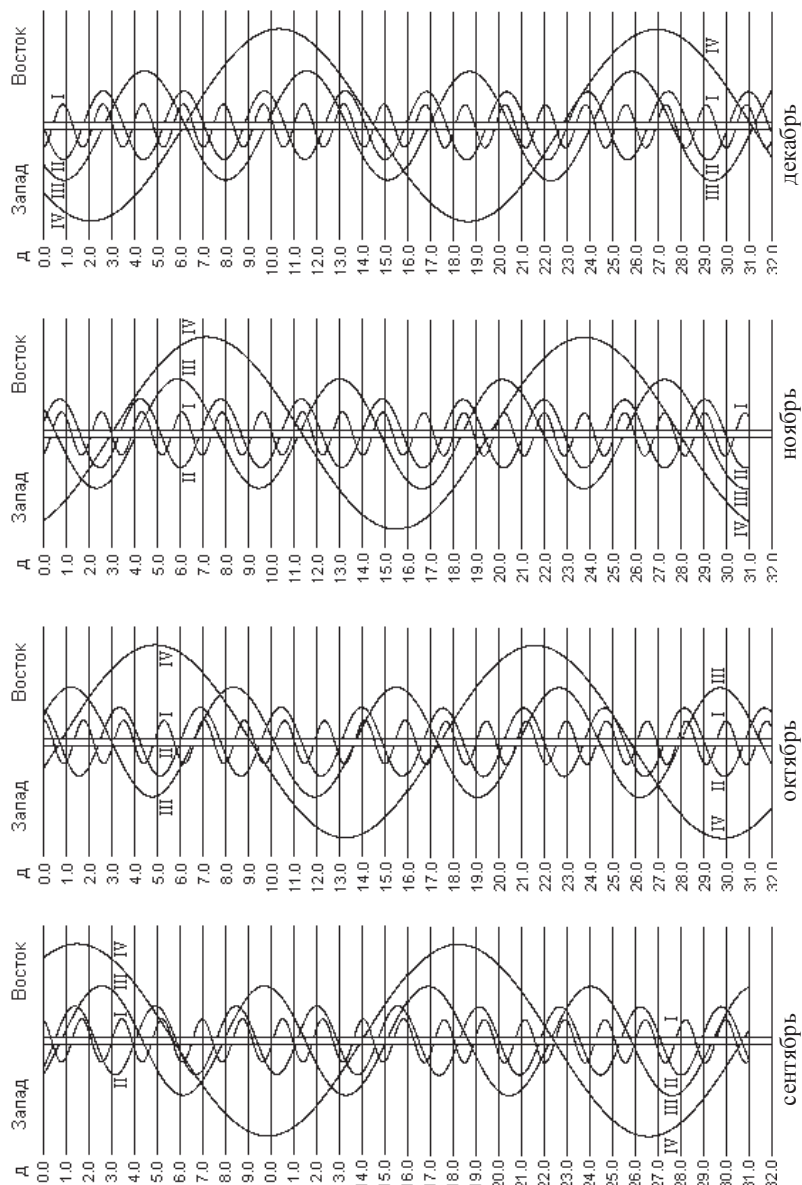
Конфигурации спутников Юпитера в 2012 году



Конфигурации спутников Юпитера в 2012 году



Конфигурации спутников Юпитера в 2012 году



МОМЕНТЫ ВЕРХНИХ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА В 2012 ГОДУ

ИО					
д	ч	м	д	ч	м
Январь			25	20	17
2	14	14	27	14	47
4	8	43	29	9	18
6	3	11	31	3	48
7	21	39	Апрель		
9	16	07	1	22	18
11	10	36	3	16	49
13	5	04	5	11	19
14	23	32	7	5	50
16	18	01	9	0	20
18	12	30	10	18	51
20	6	58	12	13	21
22	1	27	14	7	51
23	19	56	16	2	22
25	14	25	17	20	53
27	8	54	19	15	23
29	3	23	21	9	54
30	21	52	23	4	24
Февраль			24	22	55
1	16	21	26	17	25
3	10	50	28	11	56
5	5	20	30	6	26
6	23	49			
8	18	18	Июнь		
10	12	48	6	11	07
12	7	17	8	5	38
14	1	47	10	0	08
15	20	16	11	18	39
17	14	46	13	13	09
19	9	16	15	7	39
21	3	46	17	2	10
22	22	16	18	20	40
24	16	45	20	15	10
26	11	15	22	9	41
28	5	45	24	4	11
Март			25	22	41
1	0	15	27	17	11
2	18	45	29	11	42
4	13	15	Июль		
6	7	45	1	6	12
8	2	15	3	0	42
9	20	45	4	19	12
11	15	15	6	13	42
13	9	45	8	8	12
15	4	15	10	2	42
16	22	46	11	21	12
18	17	16	13	15	42
20	11	46	15	10	12
22	6	16	17	4	42
24	0	47	Июль		
			18	23	12
			20	17	42
			22	12	12
			24	6	42
			26	1	11
			27	19	41
			29	14	11
			31	8	41
			Август		
			2	3	10
			3	21	40
			5	16	09
			7	10	39
			9	5	08
			10	23	38
			12	18	07
			14	12	36
			16	7	05
			18	1	35
			19	20	04
			21	14	33
			23	9	02
			25	3	31
			26	22	00
			28	16	29
			30	10	57
			Сентябрь		
			1	5	26
			2	23	55
			4	18	23
			6	12	52
			8	7	21
			10	1	49
			11	20	17
			13	14	45
			15	9	14
			17	3	42
			18	22	10
			20	16	38
			22	11	06
			24	5	34
			26	0	02
			27	18	29
			29	12	57
			Октябрь		
			1	7	25
			3	1	52
			4	20	20
			6	14	47
			8	9	14
			10	3	41
			11	22	09
			13	16	36
			15	11	03
			17	5	30
			18	23	56
			20	18	23
			22	12	50
			24	7	17
			26	1	43
			27	20	10
			29	13	36
			31	8	03
			Ноябрь		
			2	2	29
			3	20	55
			5	15	22
			7	9	48
			9	4	14
			10	22	40
			12	17	06
			14	11	32
			16	5	58
			18	0	24
			19	18	50
			21	13	16
			23	7	42
			25	2	08
			26	20	33
			28	14	59
			30	9	25
			Декабрь		
			2	3	51
			3	22	17
			5	16	43
			7	11	09
			9	5	35
			11	0	00
			12	18	26
			14	12	52
			16	7	18
			18	1	44
			19	20	11
			21	14	37
			23	9	03
			25	3	29
			26	21	55
			28	16	22
			30	10	48

ЕВРОПА							
д		ч м		д		ч м	
Январь			16	5	57		
2	12	20	19	19	19		
6	1	37	23	8	41		
9	14	53	26	22	03		
13	4	11	30	11	25		
16	17	29	Август				
20	6	49	3	0	46		
23	20	08	6	14	06		
27	9	28	10	3	27		
30	22	48	13	16	47		
Февраль			17	6	06		
3	12	10	20	19	26		
7	1	31	24	8	45		
10	14	53	27	22	03		
14	4	15	31	11	21		
17	17	38	Сентябрь				
21	7	01	4	0	39		
24	20	24	7	13	56		
28	9	48	11	3	12		
Март			14	16	29		
2	23	12	18	5	44		
6	12	36	21	18	59		
10	2	01	25	8	14		
13	15	25	28	21	28		
17	4	51	Октябрь				
20	18	16	2	10	41		
24	7	41	5	23	54		
27	22	06	9	13	06		
31	11	32	13	2	18		
Апрель			16	15	30		
4	0	57	20	4	40		
7	14	23	23	17	50		
11	3	49	27	7	00		
14	17	15	30	19	09		
18	6	40	Ноябрь				
21	20	06	3	8	18		
25	9	32	6	21	26		
28	22	58	10	10	34		
.....			13	23	41		
Июнь			17	12	49		
7	2	37	21	1	56		
10	16	02	24	15	03		
14	5	26	28	4	10		
17	18	50	Декабрь				
21	8	14	1	17	17		
24	21	38	5	6	23		
28	11	02	8	19	30		
Июль			12	8	37		
2	0	26	15	21	45		
5	13	49	19	10	52		
9	3	12	23	0	00		
12	16	35	26	13	09		
			30	2	18		

ГАНИМЕД					
д ч м			д ч м		
Январь			19	16	46
7	17	37	26	21	06
14	21	32	Август		
22	1	31	3	1	23
29	5	34	10	5	38
Февраль			17	9	50
5	9	42	24	13	59
12	13	54	31	18	05
19	18	09	Сентябрь		
26	22	27	7	22	06
Март			15	2	03
5	2	47	22	5	55
12	7	10	29	9	43
19	11	34	Октябрь		
26	17	01	6	13	26
Апрель			13	17	04
2	21	29	20	20	38
10	1	59	28	0	07
17	6	29	Ноябрь		
24	11	00	4	2	31
.....			11	5	51
Июнь			18	9	09
6	14	07	25	12	24
13	18	36	Декабрь		
20	23	05	2	15	39
28	3	32	9	18	55
Июль			16	22	11
5	7	58	24	1	29
12	12	23	31	4	50

КАЛЛИСТО					
д ч м			д ч м		
Январь			Июль		
5	12	55	8	18	54
22	6	40	25	15	02
Февраль			Август		
8	1	20	11	10	39
24	20	45	28	5	37
Март			Сентябрь		
12	16	45	13	23	48
29	14	11	30	17	03
Апрель			Октябрь		
15	10	55	17	9	17
.....			Ноябрь		
Июнь			2	23	32
5	1	40	19	14	00
21	22	25	Декабрь		
			6	4	04
			22	18	15

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д Ч М	Д Ч М	Д Ч М	Д Ч М
Январь	Февраль	Апрель	Сентябрь
1 17 10 ВТ	1 18 41 КС	1 21 12 НП	26 0 29 СТ
1 18 03 КС	1 18 42 НС	2 20 23 НП	26 2 01 СТ
1 19 19 СТ	1 18 45 КЗ	2 20 45 КС	26 2 26 НС
6 0 24 НП	1 18 50 ВТ	2 21 26 СТ	26 4 44 КС
6 23 18 НС	1 20 56 КС	5 20 29 КС	28 3 10 НС
7 0 37 ВТ	1 21 17 СТ	9 20 36 НС	28 5 05 КС
7 18 41 КП	6 22 43 НП	9 21 11 ВТ	31 5 43 ВТ
7 19 07 НС	7 19 59 НС	10 20 28 КЗ	
7 20 33 НП	7 21 19 ВТ		
7 21 38 КС	7 22 10 КС	Июнь	
7 21 43 ВТ	8 20 40 КЗ	30 4 18 НС	
8 0 01 КЗ	8 21 26 ВТ	Июль	
8 0 11 СТ	8 22 51 НС	1 4 20 НЗ	1 3 00 НЗ
8 17 46 НС	9 17 58 СТ	2 3 48 СТ	2 0 11 ВТ
8 19 06 ВТ	10 18 41 КЗ	5 3 37 НЗ	2 1 33 НС
8 19 56 КС	12 18 11 НЗ	9 4 22 КП	2 2 16 ВТ
8 21 16 СТ	12 19 55 КЗ	10 3 48 КП	2 2 22 СТ
9 18 30 КЗ	14 21 59 НС	16 2 47 НЗ	2 3 43 КС
14 20 26 НП	15 19 11 НП	16 3 41 КС	2 4 38 СТ
14 21 40 НС	15 21 32 НС	18 3 05 КС	3 1 00 КП
14 22 26 НП	15 22 35 КЗ	23 3 39 СТ	4 1 38 ВТ
14 22 37 КП	16 18 39 КС	24 4 32 НЗ	4 1 48 КП
15 0 12 КС	16 19 54 СТ	25 2 13 СТ	4 3 40 СТ
15 0 18 ВТ	17 18 52 КП	25 2 53 НС	8 4 54 НЗ
15 19 41 НС	17 19 01 НЗ	25 3 58 СТ	9 2 04 ВТ
15 21 02 ВТ	17 21 20 КЗ	25 4 29 КС	9 3 26 НС
15 21 51 КС	19 19 16 КП	26 2 17 КП	9 4 16 СТ
15 23 11 СТ	22 21 09 НП		9 4 54 ВТ
16 18 44 КП	23 18 28 НС	Август	9 5 37 КС
16 19 05 НЗ	23 19 40 ВТ	1 2 29 ВТ	10 2 54 КП
16 20 25 КЗ	23 20 39 КС	1 4 51 СТ	11 0 05 КС
16 21 24 КЗ	23 21 50 СТ	1 4 50 НС	11 1 40 КЗ
17 17 40 СТ	24 18 59 КЗ	1 4 55 НС	11 5 37 ВТ
22 21 36 НС	24 19 12 НП	2 4 15 КП	15 1 07 НП
22 22 58 ВТ	26 18 23 СТ	3 1 55 КП	15 3 00 КП
22 23 46 КС	26 21 19 НП	9 2 49 НЗ	16 3 58 ВТ
23 18 50 НП	Март	10 1 26 КЗ	16 5 18 НС
23 18 53 НП	1 20 28 НС	10 2 07 КЗ	17 1 16 НЗ
23 21 22 КП	1 21 36 ВТ	10 2 13 СТ	17 4 47 КП
23 21 44 НЗ	2 20 55 КЗ	10 2 15 НП	17 23 47 НС
23 22 21 КЗ	4 18 33 ВТ	10 4 38 КП	18 0 38 СТ
24 0 04 КЗ	4 18 53 КС	10 4 40 НП	18 1 52 НЗ
24 17 27 ВТ	4 20 59 СТ	16 4 43 НЗ	18 1 58 КС
24 18 15 КС	9 19 39 НП	17 1 56 ВТ	18 4 14 КЗ
24 19 37 СТ	10 19 09 КС	17 2 19 НЗ	18 4 31 НП
25 18 42 СТ	10 20 10 СТ	17 4 07 СТ	18 23 15 КП
25 20 11 ВТ	11 19 09 НС	17 4 41 КЗ	19 23 10 СТ
25 22 08 СТ	11 21 09 ВТ	17 4 55 НП	19 23 33 НС
29 23 33 НС	13 18 35 КЗ	18 2 40 КП	20 1 51 КС
30 20 46 НП	15 20 28 НС	19 2 03 КС	21 23 36 НЗ
30 21 37 НП	17 19 00 НС	21 0 59 КЗ	22 1 30 КЗ
31 18 03 НС	17 19 56 ВТ	24 4 53 НЗ	22 4 59 НП
31 19 23 ВТ	17 21 11 КС	25 1 06 НЗ	23 5 51 ВТ
31 20 13 КС	18 19 14 КЗ	25 4 36 КП	25 0 20 ВТ
31 21 33 СТ	27 20 53 НП		25 1 38 НС

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

д	ч	м			д	ч	м			д	ч	м			д	ч	м		
26	23	25		ВТ	20	1	27		НЗ	11	2	34		НЗ	29	0	32		ВТ
27	1	47		СТ	20	5	49		КП	11	4	34		КЗ	29	1	09		НС
27	2	04		НС	20	21	33		КП	11	4	56		НП	29	2	45		СТ
27	4	22		КС	21	22	35		НС	11	18	41		НС	29	3	02		КС
28	22	37		КП	21	22	56		СТ	11	20	19		СТ	29	21	51		ВТ
29	3	36		НЗ	22	0	53		КС	11	20	51		КС	29	22	04		НС
29	5	30		КЗ	24	5	15		НЗ	12	3	21		ВТ	30	0	16		СТ
Октябрь					24	5	33		ВТ	12	4	29		НС	30	0	24		КС
1	5	05		НЗ	25	2	23		ВТ	12	5	46		СТ	Декабрь				
2	2	13		ВТ	25	3	19		НС	13	21	31		НЗ	1	5	23		ВТ
2	3	28		НС	25	4	34		СТ	14	0	51		КП	1	5	26		НС
2	4	24		СТ	25	5	29		КС	14	18	38		НС	1	18	26		КП
2	5	39		КС	25	23	44		НЗ	14	18	43		СТ	2	2	44		НЗ
2	22	42		НС	26	2	48		КП	14	20	29		КС	2	4	56		КП
2	23	33		НЗ	26	20	51		ВТ	15	19	03		СТ	2	23	51		ВТ
3	0	35		КС	26	23	03		СТ	15	19	55		КС	2	23	52		НС
3	2	57		КП	27	4	02		НЗ	16	4	27		НЗ	3	2	03		СТ
3	22	53		СТ	27	21	15		КП	17	1	34		ВТ	3	2	03		КС
4	0	06		КС	27	21	33		КЗ	17	2	00		НС	3	21	12		НП
4	2	02		ВТ	27	23	11		НП	17	3	45		СТ	3	23	23		КЗ
4	4	25		СТ	28	1	01		КП	17	4	10		КС	4	18	18		НС
4	4	33		НС	28	22	09		ВТ	17	22	55		НЗ	4	18	20		ВТ
5	22	40		КЗ	28	23	55		НС	18	1	29		КП	4	20	28		КС
5	22	43		НП	29	0	33		СТ	18	20	02		ВТ	4	20	32		СТ
6	1	04		КП	29	2	13		КС	18	20	25		НС	5	5	13		НП
9	4	07		ВТ	30	20	18		КП	18	22	14		СТ	5	17	52		КЗ
9	5	17		НС	Ноябрь					18	22	35		КС	5	17	52		КЗ
9	6	18		СТ	1	3	17		ВТ	19	5	57		ВТ	6	4	22		НС
9	23	41		СТ	1	4	05		НС	19	19	55		КП	6	6	17		КС
10	1	27		НЗ	1	5	28		СТ	21	0	06		НЗ	7	0	18		НС
10	2	23		НС	2	0	38		НЗ	21	3	05		КП	7	0	27		ВТ
10	4	15		КС	2	3	34		КП	21	20	33		ВТ	7	2	38		КС
10	4	47		КП	2	21	45		ВТ	21	21	54		НС	7	2	53		СТ
10	22	35		ВТ	2	22	31		НС	21	22	44		СТ	8	18	20		НП
10	23	45		НС	2	23	57		СТ	21	23	46		КС	8	20	59		КЗ
11	0	47		СТ	3	0	41		КС	22	19	15		ВТ	9	4	29		НП
11	1	55		КС	3	5	38		НЗ	22	19	51		НС	9	17	57		НП
11	4	38		ВТ	3	22	00		КП	22	21	40		СТ	9	20	39		КЗ
11	23	14		КП	3	22	35		НЗ	22	22	10		КС	10	1	36		НС
12	22	53		НЗ	4	0	34		КЗ	23	6	21		НЗ	10	1	46		ВТ
13	3	28		КП	4	19	07		КС	24	3	28		ВТ	10	3	46		КС
16	6	00		ВТ	5	0	45		ВТ	24	3	43		НС	10	3	58		СТ
17	1	34		ВТ	5	2	13		НС	24	5	40		СТ	10	22	55		НП
17	3	21		НЗ	5	3	09		СТ	24	5	53		КС	11	20	02		НС
17	3	41		СТ	5	4	31		КС	25	0	50		НЗ	11	20	15		ВТ
17	5	58		НС	6	18	55		НЗ	25	3	13		КП	11	22	12		КС
17	6	35		КП	6	22	35		КП	25	21	57		ВТ	11	22	26		СТ
18	0	29		ВТ	8	5	11		ВТ	25	22	09		НС	12	17	21		НП
18	1	32		НС	8	5	49		НС	26	0	08		СТ	12	19	47		КЗ
18	2	40		СТ	9	2	32		НЗ	26	0	19		КС	14	2	31		НС
18	3	42		КС	9	5	19		КП	26	19	18		НЗ	14	4	52		КС
18	21	50		НЗ	9	23	39		ВТ	26	21	38		КП	15	20	34		НП
19	1	01		КП	10	1	51		СТ	27	18	37		СТ	15	23	36		КЗ
19	21	09		СТ	10	21	01		НЗ	27	18	45		КС	16	21	12		НП
19	22	09		КС	10	23	45		КП	28	2	42		НЗ	17	3	20		НС
										28	5	19		КП	17	5	30		КС

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д	Ч	М		Д	Ч	М		Д	Ч	М		Д	Ч	М					
17	18	00	II	КС	20	18	50	I	СТ	24	20	16	II	КС	27	18	50	III	СТ
17	18	47	II	СТ	21	4	46	II	НС	24	21	24	II	СТ	27	20	07	I	КС
18	0	39	I	НП	22	22	50	II	НП	25	2	24	I	НП	27	20	45	I	СТ
18	3	13	I	КЗ	23	2	13	II	КЗ	25	23	31	I	НС	28	18	05	I	КЗ
18	21	46	I	НС	24	0	29	III	НП	26	0	05	I	ВТ	30	1	07	II	НП
18	22	10	I	ВТ	24	2	28	III	КП	26	1	41	I	КС	31	3	49	III	НП
18	23	56	I	КС	24	2	35	III	НЗ	26	2	17	I	СТ	31	20	10	II	НС
19	0	22	I	СТ	24	4	42	III	КЗ	26	20	50	I	НП	31	21	33	II	ВТ
19	19	05	I	НП	24	5	05	I	НС	26	23	36	I	КЗ	31	22	33	II	КС
19	21	41	I	КЗ	24	17	54	II	НС	27	17	57	I	НС					
20	18	22	I	КС	24	18	57	II	ВТ	27	18	34	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 середине апреля 2012 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 киевскому времени элонгаций Реи и Титана, а также западных элонгаций Япета.

ЯПЕТ

Западная элонгация

Дата	ч	м	Дата	ч	м
Февр. 6	20	05	Окт. 1	20	28
Апр. 25	9	29	Дек. 22	1	56
Июль 13	5	18			

РЕЯ

Западная элонгация

Дата	ч	м	Дата	ч	м	Дата	ч	м	Дата	ч	м
Янв.	2	1 08		26	4 52	Янв.	4	7 23		28	11 05
	6	13 37		30	17 18		8	19 52	Июль	22	3 32
	11	2 06	Июль	5	5 45		13	8 21		7	11 59
	15	14 34		9	18 12		17	20 49		12	0 26
	20	3 02		14	6 40		22	9 16		16	12 54
	24	15 29		18	19 08		26	21 43		21	1 23
	29	3 55		23	7 37		31	10 09		25	13 52
Февр.	2	16 21		27	20 06	Февр.	4	22 34		30	2 21
	7	4 46	Авг.	1	8 36		9	10 59	Авг.	3	14 52
	11	17 11		5	21 06		13	23 23		8	3 22
	16	5 35		10	9 37		18	11 47		12	15 53
	20	17 58		14	22 08		23	0 10		17	4 25
	25	6 21		19	10 40		27	12 32		21	16 57
	29	18 43		23	23 12	Март	3	0 54		26	5 29
Март	5	7 05		28	11 45		7	13 16		30	18 01
	9	19 26	Сент.	2	0 17		12	1 37	Сент.	4	6 34
	14	7 47		6	12 51		16	13 57		8	19 08
	18	20 07		11	1 24		21	2 17		13	7 41
	23	8 27		15	13 58		25	15 37		17	20 15
	27	21 47		20	2 31		30	3 57		22	8 49
Апр.	1	10 06		24	15 06	Апр.	3	16 16		26	21 23
	5	22 26		29	3 40		8	4 36	Окт.	1	9 58
	10	10 45	Окт.	3	16 14		12	16 55		5	22 32
	14	23 04		8	4 49		17	5 14			
	19	11 24					21	17 34	Нояб.	2	1 01
	23	23 43	Нояб.	4	7 18		26	5 53		6	13 35
	28	12 02		8	19 52		30	18 13		11	2 10
Май	3	0 22		13	8 27	Май	5	6 33		15	14 44
	7	12 42		17	21 01		9	18 53		20	3 19
	12	1 03		22	9 35		14	7 13		24	15 53
	16	13 23		26	22 09		18	19 34	Дек.	29	4 27
	21	1 44	Дек.	1	10 43		23	7 56		3	17 00
	25	14 06		5	23 17		27	20 17		8	5 34
	30	2 28		10	11 50	Июнь	1	8 40		12	18 07
Июнь	3	14 51		15	0 23		5	21 03		17	6 40
	8	3 14		19	12 55		10	9 26		21	19 12
	12	15 37		24	1 27		14	21 50		26	7 44
	17	4 02		28	13 59		19	10 15		30	20 15
	21	16 27					23	22 40			

ТИТАН

Восточная элонгация

Дата				Дата				Дата				Дата			
ч		м		ч		м		ч		м		ч		м	
Янв.	2	14	05	Июль	11	17	42	Янв.	10	18	47	Авг.	19	22	47
	18	13	35		27	17	03		26	18	01		4	22	10
Февр.	3	12	38	Авг.	12	16	47	Февр.	11	16	48	Сент.	20	22	00
	19	11	13		28	16	51		27	15	10		5	22	07
Март	6	9	20	Сент.	13	17	12	Март	14	13	09	Окт.	21	22	27
	22	7	05		29	17	46		30	11	51		7	22	57
Апр.	7	5	36	Окт.				Апр.	15	9	23	Нояб.			
	23	3	01		31	18	15		1	6	55		8	23	08
Май	9	0	31	Нояб.	16	19	01	Май	17	4	36	Дек.	24	23	40
	24	22	14		Дек.	2	19		40	Июнь	2		2	34	11
Июнь	9	20	19			18	20	07	Июнь	18	0	52			
	25	18	47							Июль	3	23			

ПЛАНЕТЫ-КАРЛИКИ И МАЛЫЕ ТЕЛА

АСТЕРОИДЫ, ТРАНСНЕПТУНОВЫЕ ОБЪЕКТЫ И ПЛАНЕТЫ-КАРЛИКИ

Как известно, в 2006 году Международный астрономический союз (МАС) принял новые определения тел Солнечной системы. В дополнение к понятию "Планета", введено новое определение "Планета-карлик". Это почти сферическое астрономическое тело, которое не смогло очистить окрестности вокруг своей орбиты от мелких космических образований (не спутников). Все другие объекты в Солнечной системе, которые движутся по орбитам вокруг Солнца, должны в целом называться "Малыми телами Солнечной системы". В настоящее время МАС пять объектов классифицирует как карликовые планеты: Церера, Плутон, Эрис, Хаумеа и Макемаке. В то же время десятки других, как полагают, могут быть классифицированы как карликовые планеты в будущем – есть около 70 потенциальных кандидатов среди населения транснептуновых объектов (ТНО). По некоторым оценкам, может существовать около 200 карликовых планет в поясе Койпера и до 2000 в регионе за его пределами. Понятие "Астероид" сохранилось, и речь об этих объектах идет ниже.

Астероиды

На середину октября 2011 года в каталоге Международного планетного центра (МПК) в Солнечной системе зарегистрировано 565877 астероидов, а

также открыто 1227 транснептуновых объектов и 320 кентавров (кентавры – это астероиды, находящиеся между Юпитером и Нептуном). К настоящему времени 16714 объектов обрели имена собственные. Наконец-то открыт первый настоящий "троянец" Земли – это астероид 2010 ТК7. Период его обращения вокруг Солнца практически идентичен периоду Земли, поэтому он движется по своей орбите (с наклоном 21° и эксцентриситетом 0.19), оставаясь все время впереди Земли (см. рис. 1), но периодически приближаясь к ней на безопасное расстояние. Его диаметр около 300 м.

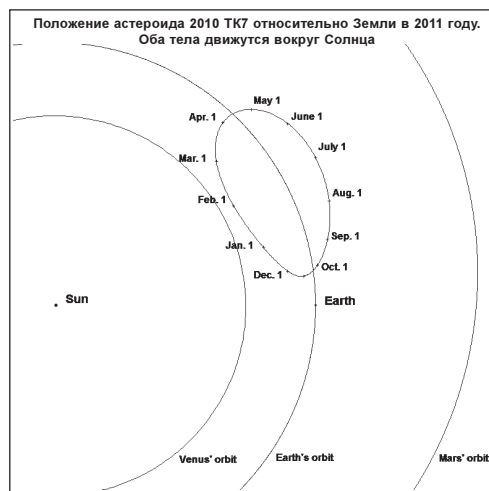


Рис. 1. Относительное положение на орбите "троянца" Земли астероида 2010 ТК7 в 2011 году

Эфемериды ярких астероидов

Ниже приводятся эфемериды астероидов, достигающих в максимуме блеска ярче 10.5 звездных величин и доступных для наблюдений в небольшие телескопы в 2012 году.

В таблицах эфемерид астероидов на 21 час всемирного времени (что соответствует полночи следующих суток по летнему Киевскому времени) через 10 суток вблизи эпохи противостояния приводятся топоцентрические (для Одессы) экваториальные координаты астероидов α и δ , отнесенные к равноденствию 2000.0, визуальная звездная величина V , расстояния 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 альbedo 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.

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 %
29 Амфитрита D=212 км, P=5.392^h, B-V=0.838^m, A=0.1793, Тип S, 05.XI.2011										
2011	Дек.	21	02 06 09	+20 49 47	9.73	2.368	1.645	19.4	164.6	10.9
	Дек.	31	02 08 36	+20 45 11	9.93	2.368	1.752	21.6	32.4	45.8
2012	Янв.	10	02 13 57	+20 53 39	10.11	2.368	1.868	23.2	91.8	96.9
	Янв.	20	02 21 50	+21 13 50	10.28	2.369	1.990	24.1	130.6	7.2
	Янв.	30	02 31 57	+21 43 48	10.42	2.370	2.116	24.5	7.405	46.6
	Февр.	09	02 43 57	+22 21 14	10.55	2.371	2.243	24.4	121.7	94.6
	Февр.	19	02 57 34	+23 03 39	10.66	2.373	2.368	24.0	102.5	4.7
40 Гармония D=108 км, P=8.91^h, B-V=0.854^m, A=0.2418, Тип S, 11.XI.2011										
2011	Дек.	21	02 44 01	+12 06 24	10.45	2.206	1.417	19.1	169.3	10.9
	Дек.	31	02 44 03	+12 38 52	10.69	2.211	1.518	21.9	38.6	45.8
2012	Янв.	10	02 47 16	+13 23 28	10.91	2.216	1.631	23.9	85.8	96.9
	Янв.	20	02 53 20	+14 17 35	11.11	2.221	1.751	25.3	136.1	7.2
	Янв.	30	03 01 54	+15 18 33	11.29	2.226	1.876	26.0	12.0	46.6
	Февр.	09	03 12 38	+16 23 42	11.44	2.231	2.003	26.2	116.3	94.6
115 Тира D=80 км, P=7.241^h, B-V=0.851^m, A=0.2747, Тип S, 22.XI.2011										
2011	Дек.	21	03 03 46	+35 55 40	10.14	1.950	1.087	18.6	164.4	10.9
	Дек.	31	03 05 42	+34 06 07	10.40	1.960	1.162	21.9	49.4	45.8
2012	Янв.	10	03 11 38	+32 32 04	10.66	1.971	1.252	24.6	76.8	96.9
	Янв.	20	03 20 57	+31 15 49	10.90	1.984	1.353	26.6	144.5	7.2
	Янв.	30	03 33 04	+30 16 21	11.13	1.997	1.463	28.0	23.4	46.6
	Февр.	09	03 47 27	+29 30 51	11.34	2.012	1.580	28.7	106.3	94.6
15 Эвномия D=255 км, P=6.083^h, B-V=0.839^m, A=0.2094, Тип S, 29.XI.2011										
2011	Дек.	21	03 44 43	+32 54 29	8.34	2.236	1.333	12.9	165.5	10.9
	Дек.	31	03 41 42	+31 16 09	8.59	2.250	1.411	16.5	55.5	45.8
2012	Янв.	10	03 42 19	+29 49 02	8.84	2.265	1.508	19.5	70.6	96.9

Дата (21 ^h UT)	α (2000.0)			δ (2000.0)			V	r	Δ	β	Расст. Луны °	фаза %
	ч	м	с	°	'	''	м	а. е.	а. е.	°		
Янв. 20	03	46	17	+28	36	48	9.07	2.280	1.619	21.8	150.2	7.2
Янв. 30	03	53	13	+27	39	55	9.29	2.296	1.743	23.4	26.1	46.6
Февр. 09	04	02	39	+26	56	43	9.49	2.313	1.874	24.4	103.3	94.6
Февр. 19	04	14	08	+26	24	26	9.68	2.330	2.011	24.9	120.2	4.7
Февр. 29	04	27	18	+26	00	02	9.84	2.348	2.151	24.9	4.820	47.8
Март 10	04	41	50	+25	40	33	9.98	2.367	2.292	24.5	133.1	90.9
Март 20	04	57	27	+25	23	18	10.11	2.385	2.433	23.8	95.1	3.1
Март 30	05	13	55	+25	05	59	10.22	2.404	2.570	22.8	21.6	50.2

22 Каллиопа D=181 км, P=4.148^h, B-V=0.715^m, A=0.1419, Тип X, 23.XII.2011

2011 Дек. 21	06	10	02	+32	47	02	10.01	2.651	1.676	3.6	138.6	10.9
Дек. 31	05	59	12	+33	32	04	10.11	2.656	1.691	5.1	84.5	45.8
2012 Янв. 10	05	49	23	+34	02	29	10.33	2.662	1.735	8.7	44.3	96.9
Янв. 20	05	41	47	+34	19	44	10.55	2.668	1.804	12.3	167.7	7.2
Янв. 30	05	37	10	+34	27	02	10.76	2.675	1.895	15.3	49.3	46.6
Февр. 09	05	35	52	+34	27	57	10.96	2.681	2.003	17.7	83.1	94.6
Февр. 19	05	37	49	+34	25	15	11.15	2.688	2.125	19.5	137.3	4.7
Февр. 29	05	42	45	+34	20	24	11.32	2.696	2.255	20.7	21.7	47.8

39 Лаэтиция D=150 км, P=5.138^h, B-V=0.898^m, A=0.2869, Тип S, 12.I.2012

2011 Дек. 21	07	45	44	+09	13	54	10.36	2.793	1.894	9.9	113.3	10.9
Дек. 31	07	37	53	+09	39	31	10.18	2.805	1.856	6.5	110.5	45.8
2012 Янв. 10	07	29	00	+10	17	52	10.05	2.816	1.846	4.0	18.3	96.9
Янв. 20	07	20	03	+11	06	00	10.14	2.828	1.865	5.0	156.9	7.2
Янв. 30	07	12	05	+12	00	05	10.35	2.839	1.913	8.2	72.5	46.6
Февр. 09	07	05	56	+12	56	04	10.57	2.850	1.987	11.5	60.1	94.6
Февр. 19	07	02	07	+13	50	38	10.79	2.861	2.083	14.3	159.1	4.7
Февр. 29	07	00	53	+14	41	13	10.99	2.872	2.198	16.6	37.7	47.8
Март 10	07	02	12	+15	26	04	11.18	2.883	2.327	18.2	99.7	90.9

6 Геба D=185 км, P=7.276^h, B-V=0.822^m, A=0.2679, Тип S, 27.II.2012

2011 Дек. 31	11	15	26	+07	42	01	10.36	2.665	2.124	19.8	160.7	45.8
2012 Янв. 10	11	17	04	+08	27	55	10.21	2.683	2.018	17.9	38.2	96.9
Янв. 20	11	16	08	+09	33	58	10.04	2.700	1.924	15.2	102.7	7.2
Янв. 30	11	12	36	+10	58	34	9.86	2.716	1.849	12.0	128.1	46.6
Февр. 09	11	06	41	+12	37	05	9.68	2.732	1.798	8.2	12.5	94.6
Февр. 19	10	58	55	+14	22	18	9.49	2.747	1.773	4.4	143.6	4.7
Февр. 29	10	50	08	+16	04	59	9.44	2.761	1.777	3.0	90.0	47.8
Март 10	10	41	23	+17	36	03	9.64	2.775	1.812	6.1	51.6	90.9
Март 20	10	33	38	+18	49	01	9.87	2.789	1.874	9.8	164.6	3.1
Март 30	10	27	43	+19	40	28	10.09	2.801	1.961	13.2	52.4	50.2
Апр. 09	10	24	06	+20	10	09	10.30	2.813	2.068	15.9	93.8	86.1
Апр. 19	10	22	57	+20	19	55	10.50	2.825	2.190	18.0	134.3	2.0
Апр. 29	10	24	12	+20	12	10	10.68	2.835	2.323	19.4	21.7	54.6
Май 09	10	27	38	+19	49	41	10.84	2.846	2.463	20.3	129.3	80.6
Май 19	10	32	59	+19	14	53	10.98	2.855	2.607	20.7	105.6	1.2
Май 29	10	39	59	+18	29	43	11.10	2.864	2.751	20.6	22.8	61.2

16 Психея D=253 км, P=4.196^h, B-V=0.729^m, A=0.1203, Тип X, 02.III.2012

2012 Янв. 20	11	20	34	+04	39	07	11.11	3.193	2.461	13.4	99.9	7.2
Янв. 30	11	17	23	+05	08	11	10.94	3.202	2.368	10.9	131.9	46.6
Февр. 09	11	12	16	+05	49	30	10.76	3.211	2.298	7.8	6.155	94.6
Февр. 19	11	05	39	+06	40	04	10.57	3.220	2.253	4.4	140.5	4.7
Февр. 29	10	58	05	+07	35	25	10.32	3.228	2.238	0.7	95.0	47.8

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 10	10 50 23	+08 30 16	10.50	3.236	2.253	3.0	45.0	90.9
Март 20	10 43 17	+09 19 43	10.73	3.243	2.297	6.5	174.1	3.1
Март 30	10 37 26	+09 59 46	10.93	3.251	2.368	9.6	56.9	50.2
Апр. 09	10 33 21	+10 27 59	11.11	3.258	2.463	12.3	88.1	86.1

5 Астрея D=119 км, P=16.8^h, B-V=0.826^m, A=0.2268, Тип S, 11.III.2012

2012 Янв. 20	11 52 19	+02 42 50	10.27	2.093	1.389	23.2	91.9	7.2
Янв. 30	11 55 09	+03 05 53	10.04	2.098	1.303	20.2	141.2	46.6
Февр. 09	11 54 53	+03 52 07	9.80	2.105	1.232	16.4	13.5	94.6
Февр. 19	11 51 34	+04 59 06	9.55	2.113	1.179	11.7	129.0	4.7
Февр. 29	11 45 41	+06 20 33	9.29	2.122	1.148	6.6	106.4	47.8
Март 10	11 38 15	+07 46 23	9.05	2.132	1.141	2.4	34.7	90.9
Март 20	11 30 31	+09 05 25	9.28	2.143	1.159	5.5	166.6	3.1
Март 30	11 23 50	+10 07 40	9.59	2.155	1.202	10.5	67.8	50.2
Апр. 09	11 19 15	+10 47 08	9.88	2.169	1.266	15.0	77.9	86.1
Апр. 19	11 17 20	+11 02 10	10.16	2.183	1.349	18.7	150.3	2.0
Апр. 29	11 18 16	+10 53 48	10.42	2.198	1.447	21.7	33.3	54.6
Май 09	11 21 54	+10 24 51	10.66	2.213	1.557	23.8	114.2	80.6
Май 19	11 27 54	+09 38 33	10.88	2.230	1.676	25.2	121.8	1.2

8 Флора D=136 км, P=12.865^h, B-V=0.885^m, A=0.2426, 19.III.2012

2012 Янв. 30	12 41 26	+02 59 29	10.44	2.397	1.729	20.4	150.6	46.6
Февр. 09	12 41 16	+03 41 24	10.25	2.410	1.637	17.7	24.8	94.6
Февр. 19	12 38 08	+04 40 58	10.06	2.423	1.561	14.2	117.8	4.7
Февр. 29	12 32 10	+05 54 09	9.86	2.436	1.505	10.2	117.0	47.8
Март 10	12 23 54	+07 13 50	9.68	2.447	1.474	6.0	26.2	90.9
Март 20	12 14 16	+08 31 10	9.58	2.458	1.470	3.7	156.4	3.1
Март 30	12 04 28	+09 36 57	9.74	2.469	1.493	6.4	77.5	50.2
Апр. 09	11 55 42	+10 24 09	9.97	2.479	1.543	10.5	69.7	86.1
Апр. 19	11 48 53	+10 49 26	10.20	2.488	1.617	14.3	155.8	2.0
Апр. 29	11 44 35	+10 52 25	10.42	2.496	1.709	17.4	39.7	54.6
Май 09	11 43 00	+10 35 03	10.63	2.504	1.817	19.9	109.3	80.6
Май 19	11 44 00	+10 00 14	10.82	2.511	1.937	21.7	125.1	1.2
Май 29	11 47 23	+09 10 47	10.99	2.518	2.063	22.9	13.3	61.2
Июнь 08	11 52 50	+08 09 26	11.15	2.524	2.194	23.5	141.2	75.3

116 Сирона D=72 км, P=12.028^h, B-V=0.873^m, A=0.256, Тип Sk, 08.IV.2012

2012 Март 20	13 29 59	-04 35 12	11.21	2.431	1.480	9.0	137.2	3.1
Март 30	13 22 32	-03 56 09	10.96	2.439	1.451	4.5	100.3	50.2
Апр. 09	13 14 07	-03 16 19	10.80	2.449	1.449	1.8	46.0	86.1
Апр. 19	13 05 50	-02 41 53	11.08	2.458	1.472	5.8	172.4	2.0
Апр. 29	12 58 45	-02 18 24	11.35	2.469	1.522	10.1	60.2	54.6
Май 09	12 53 41	-02 09 24	11.60	2.479	1.593	13.9	88.5	80.6

7 Ирис D=200 км, P=7.139^h, B-V=0.855^m, A=0.2766, Тип S, 04.V.2012

2012 Апр. 09	15 03 06	-22 35 38	10.01	2.933	2.021	9.8	15.0	86.1
Апр. 19	14 54 56	-21 59 33	9.80	2.935	1.964	6.2	146.4	2.0
Апр. 29	14 45 30	-21 11 35	9.56	2.936	1.934	2.5	90.0	54.6
Май 09	14 35 48	-20 15 19	9.57	2.936	1.933	2.7	59.2	80.6
Май 19	14 26 49	-19 15 49	9.80	2.936	1.960	6.4	172.9	1.2
Май 29	14 19 21	-18 18 50	10.02	2.935	2.015	10.0	46.9	61.2
Июнь 08	14 14 01	-17 29 25	10.22	2.932	2.092	13.1	100.9	75.3
Июнь 18	14 11 02	-16 50 57	10.41	2.930	2.189	15.7	136.6	0.6
Июнь 28	14 10 29	-16 25 13	10.58	2.926	2.300	17.7	6.199	69.2

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 %
3 Юнона D=234 км, P=7.21^h, B-V=0.824^m, A=0.2383, Тип Sk, 19.V.2012										
2012	Апр.	09	16 27 48	-06 25 18	10.63	3.350	2.594	12.8	16.2	86.1
	Апр.	19	16 23 55	-05 29 22	10.48	3.351	2.503	10.6	126.1	2.0
	Апр.	29	16 18 10	-04 34 34	10.35	3.352	2.433	8.2	109.4	54.6
	Май	09	16 10 57	-03 44 30	10.23	3.353	2.389	6.1	42.3	80.6
	Май	19	16 02 52	-03 02 42	10.17	3.352	2.372	5.1	158.1	1.2
	Май	29	15 54 36	-02 32 24	10.22	3.351	2.384	6.1	68.7	61.2
	Июнь	08	15 46 52	-02 15 35	10.34	3.349	2.423	8.3	82.0	75.3
	Июнь	18	15 40 17	-02 12 59	10.47	3.347	2.487	10.7	150.4	0.6
	Июнь	28	15 35 18	-02 24 08	10.61	3.344	2.573	12.9	29.9	69.2
	Июль	08	15 32 12	-02 47 29	10.75	3.340	2.676	14.7	118.1	71.0
	Июль	18	15 31 04	-03 21 06	10.87	3.336	2.792	16.1	118.6	0.3
	Июль	28	15 31 54	-04 02 51	10.99	3.330	2.918	17.1	22.6	77.2
44 Ниса D=71 км, P=6.422^h, B-V=0.703^m, A=0.5458, Тип Хс, 23.VI.2012										
2012	Май	29	18 31 54	-19 17 43	10.91	2.727	1.796	10.4	106.3	61.2
	Июнь	08	18 23 38	-19 25 26	10.75	2.735	1.750	6.4	42.2	75.3
	Июнь	18	18 13 54	-19 35 55	10.58	2.741	1.730	2.4	166.0	0.6
	Июнь	28	18 03 42	-19 48 05	10.61	2.748	1.737	2.7	61.5	69.2
	Июль	08	17 54 09	-20 01 14	10.80	2.754	1.771	6.7	83.3	71.0
	Июль	18	17 46 11	-20 15 10	10.98	2.759	1.831	10.5	153.9	0.3
	Июль	28	17 40 31	-20 30 00	11.16	2.764	1.913	13.8	16.9	77.2
18 Мельпомена D=141 км, P=11.57^h, B-V=0.854^m, A=0.2225, Тип S, 24.VI.2012										
2012	Май	19	18 40 03	-08 42 21	10.18	2.407	1.567	16.7	125.0	1.2
	Май	29	18 35 33	-08 17 28	9.92	2.384	1.472	13.5	108.5	61.2
	Июнь	08	18 28 22	-08 05 41	9.67	2.360	1.397	10.1	41.4	75.3
	Июнь	18	18 19 05	-08 09 52	9.46	2.336	1.344	7.1	159.9	0.6
	Июнь	28	18 08 41	-08 31 33	9.38	2.311	1.316	6.8	64.6	69.2
	Июль	08	17 58 28	-09 10 05	9.46	2.287	1.313	9.6	81.8	71.0
	Июль	18	17 49 39	-10 03 03	9.60	2.262	1.333	13.6	153.4	0.3
	Июль	28	17 43 20	-11 06 46	9.76	2.237	1.374	17.5	21.1	77.2
	Авг.	07	17 40 07	-12 17 05	9.92	2.211	1.432	20.9	118.7	67.7
	Авг.	17	17 40 15	-13 30 12	10.08	2.186	1.502	23.7	117.8	0.3
20 Массалия D=146 км, P=8.098^h, B-V=0.854^m, A=0.2096, Тип S, 06.VII.2012										
2012	Июнь	18	19 21 03	-21 03 58	10.43	2.751	1.779	7.6	150.5	0.6
	Июнь	28	19 11 42	-21 19 17	10.20	2.752	1.743	3.4	76.9	69.2
	Июль	08	19 01 29	-21 34 51	10.04	2.751	1.735	1.0	67.8	71.0
	Июль	18	18 51 28	-21 48 49	10.30	2.750	1.755	5.3	168.5	0.3
	Июль	28	18 42 43	-22 00 07	10.52	2.749	1.801	9.3	31.1	77.2
	Авг.	07	18 36 05	-22 08 36	10.72	2.747	1.870	12.8	106.5	67.7
	Авг.	17	18 32 03	-22 14 39	10.91	2.744	1.959	15.8	129.4	0.3
19 Фортуна D=200 км, P=7.443^h, B-V=0.719^m, A=0.037, Тип Ch, 14.VII.2012										
2012	Июнь	18	19 58 21	-18 11 21	10.86	2.499	1.568	11.8	141.4	0.6
	Июнь	28	19 51 12	-18 23 47	10.57	2.482	1.499	7.7	86.6	69.2
	Июль	08	19 42 06	-18 42 10	10.24	2.465	1.453	3.1	57.9	71.0
	Июль	18	19 32 01	-19 03 46	10.13	2.447	1.434	2.2	177.7	0.3
	Июль	28	19 22 11	-19 25 38	10.40	2.430	1.440	6.9	40.6	77.2
	Авг.	07	19 13 52	-19 45 27	10.63	2.412	1.471	11.4	97.4	67.7
	Авг.	17	19 07 57	-20 01 57	10.85	2.395	1.524	15.5	138.0	0.3
	Авг.	27	19 05 05	-20 14 25	11.05	2.377	1.595	18.8	2.227	83.9

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 %
67 Азия D=58 км, P=15.89 ^h , B-V=0.861 ^m , A=0.2551, Тип S, 21.VII.2012													
2012	Июнь 08	20 14 56	-09 20 10	11.18	2.007	1.168	21.5	15.2	75.3				
	Июнь 18	20 14 07	-08 36 11	10.91	1.999	1.094	17.9	135.0	0.6				
	Июнь 28	20 10 11	-08 09 47	10.65	1.992	1.036	13.8	93.8	69.2				
	Июль 08	20 03 41	-08 03 39	10.39	1.986	0.996	9.4	50.8	71.0				
	Июль 18	19 55 36	-08 18 26	10.21	1.981	0.977	6.4	170.1	0.3				
	Июль 28	19 47 19	-08 51 46	10.26	1.978	0.979	7.5	49.5	77.2				
	Авг. 07	19 40 20	-09 38 23	10.48	1.976	1.003	11.6	89.2	67.7				
	Авг. 17	19 35 49	-10 32 01	10.73	1.975	1.047	16.1	146.1	0.3				
	Авг. 27	19 34 32	-11 26 13	10.99	1.976	1.108	20.1	9.393	83.9				
	Сент. 06	19 36 44	-12 15 44	11.23	1.978	1.184	23.3	122.5	65.3				
17 Тетис D=90 км, P=12.271 ^h , B-V=0.829 ^m , A=0.1715, Тип SI, 05.VIII.2012													
2012	Июль 08	21 26 25	-14 58 03	10.83	2.211	1.284	14.2	33.1	71.0				
	Июль 18	21 20 44	-15 58 44	10.60	2.222	1.244	9.5	154.7	0.3				
	Июль 28	21 12 57	-17 09 01	10.33	2.233	1.225	4.3	66.6	77.2				
	Авг. 07	21 04 11	-18 21 01	10.15	2.245	1.231	1.2	71.9	67.7				
	Авг. 17	20 55 43	-19 26 53	10.52	2.257	1.262	6.4	161.3	0.3				
	Авг. 27	20 48 49	-20 20 19	10.83	2.269	1.317	11.1	22.3	83.9				
	Сент. 06	20 44 24	-20 58 06	11.12	2.282	1.393	15.2	108.8	65.3				
10 Гигея D=407 км, P=27.623 ^h , B-V=0.696 ^m , A=0.0717, Тип C, 21.VIII.2012													
2012	Июль 08	22 24 05	-06 38 02	10.48	3.062	2.293	14.4	16.8	71.0				
	Июль 18	22 20 51	-06 39 53	10.31	3.073	2.211	11.8	138.3	0.3				
	Июль 28	22 15 44	-06 53 31	10.13	3.085	2.149	8.7	84.5	77.2				
	Авг. 07	22 09 08	-07 17 13	9.95	3.096	2.111	5.3	53.2	67.7				
	Авг. 17	22 01 39	-07 48 16	9.74	3.108	2.099	1.9	177.5	0.3				
	Авг. 27	21 54 01	-08 22 57	9.81	3.119	2.116	2.6	40.3	83.9				
	Сент. 06	21 46 59	-08 57 15	10.05	3.130	2.160	6.0	90.9	65.3				
	Сент. 16	21 41 15	-09 27 37	10.27	3.142	2.231	9.2	139.9	1.0				
	Сент. 26	21 37 17	-09 51 14	10.48	3.153	2.325	11.9	1.364	88.6				
	Окт. 06	21 35 23	-10 06 20	10.67	3.164	2.439	14.2	125.9	63.3				
	Окт. 16	21 35 36	-10 12 02	10.85	3.175	2.569	15.9	100.3	2.7				
51 Немауза D=148 км, P=7.783 ^h , B-V=0.789 ^m , A=0.0928, Тип Ch, 01.IX.2012													
2012	Июль 28	23 02 06	+00 42 20	11.37	2.505	1.651	15.5	98.1	77.2				
	Авг. 07	22 57 33	-00 07 00	11.13	2.508	1.581	11.8	39.4	67.7				
	Авг. 17	22 50 55	-01 16 50	10.87	2.511	1.533	7.6	164.4	0.3				
	Авг. 27	22 42 55	-02 42 32	10.60	2.514	1.510	3.2	53.7	83.9				
	Сент. 06	22 34 31	-04 16 36	10.58	2.516	1.513	2.9	78.2	65.3				
	Сент. 16	22 26 45	-05 50 17	10.88	2.518	1.544	7.1	151.7	1.0				
	Сент. 26	22 20 36	-07 15 10	11.15	2.520	1.601	11.3	9.767	88.6				
	Окт. 06	22 16 44	-08 25 12	11.40	2.522	1.680	15.0	115.6	63.3				
11 Парфенопа D=153 км, P=13.729 ^h , B-V=0.837 ^m , A=0.1803, Тип Sk, 02.IX.2012													
2012	Июль 18	23 18 15	-07 17 16	10.08	2.211	1.427	20.9	124.8	0.3				
	Июль 28	23 18 30	-07 50 52	9.85	2.212	1.347	17.7	98.5	77.2				
	Авг. 07	23 15 52	-08 43 26	9.60	2.214	1.283	13.6	38.9	67.7				
	Авг. 17	23 10 35	-09 51 21	9.35	2.217	1.238	9.0	160.4	0.3				
	Авг. 27	23 03 16	-11 07 27	9.08	2.220	1.217	4.1	55.7	83.9				
	Сент. 06	22 55 00	-12 22 18	9.02	2.224	1.219	2.9	76.5	65.3				
	Сент. 16	22 47 02	-13 26 38	9.31	2.228	1.247	7.5	151.6	1.0				
	Сент. 26	22 40 34	-14 13 03	9.60	2.233	1.298	12.2	15.3	88.6				
	Окт. 06	22 36 30	-14 38 00	9.86	2.238	1.370	16.2	112.8	63.3				

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 %
Окт. 16	22 35 16	-14 41 00	10.11	2.244	1.460	19.5	112.0	2.7
Окт. 26	22 36 59	-14 23 25	10.35	2.250	1.564	22.0	26.3	91.6
Нояб. 05	22 41 25	-13 47 44	10.56	2.257	1.678	23.8	143.1	60.8
Нояб. 15	22 48 15	-12 56 25	10.76	2.264	1.800	24.9	77.8	5.6

2 Паллада D=545 км, P=7.813^h, B-V=0.635^m, A=0.1587, Тип B, 23.IX.2012

2012	Авг. 07	00 43 50	+02 40 09	9.33	3.052	2.362	15.9	14.4	67.7
	Авг. 17	00 43 12	+01 02 46	9.11	3.032	2.233	13.7	136.7	0.3
	Авг. 27	00 40 29	-00 56 18	8.88	3.012	2.124	10.9	81.8	83.9
	Сент. 06	00 35 49	-03 13 57	8.64	2.992	2.039	7.6	50.1	65.3
	Сент. 16	00 29 31	-05 44 01	8.39	2.971	1.983	4.4	167.1	1.0
	Сент. 26	00 22 09	-08 17 14	8.28	2.949	1.957	3.4	39.6	88.6
	Окт. 06	00 14 31	-10 43 00	8.43	2.927	1.962	6.2	88.9	63.3
	Окт. 16	00 07 27	-12 51 44	8.62	2.905	1.998	9.7	132.0	2.7
	Окт. 26	00 01 44	-14 36 30	8.80	2.883	2.059	13.0	18.3	91.6
	Нояб. 05	23 57 55	-15 54 24	8.98	2.860	2.142	15.8	125.0	60.8
	Нояб. 15	23 56 20	-16 45 30	9.13	2.837	2.240	17.9	91.8	5.6

56 Мелета D=113 км, P=18.147^h, B-V=0.697^m, A=0.0653, Тип Xk, 23.IX.2012

2012	Авг. 17	00 17 47	+08 06 48	11.44	2.134	1.275	18.6	140.8	0.3
	Авг. 27	00 14 30	+07 13 20	11.24	2.155	1.230	14.2	78.6	83.9
	Сент. 06	00 08 51	+05 56 01	11.02	2.177	1.204	9.2	52.6	65.3
	Сент. 16	00 01 39	+04 21 08	10.79	2.199	1.201	4.0	177.3	1.0
	Сент. 26	23 54 06	+02 38 52	10.75	2.223	1.223	2.3	35.0	88.6
	Окт. 06	23 47 25	+01 00 46	11.12	2.246	1.270	7.2	91.2	63.3
	Окт. 16	23 42 35	-00 23 20	11.45	2.271	1.341	11.8	133.2	2.7

79 Эвринома D=66 км, P=5.978^h, B-V=0.874^m, A=0.2618, Тип S, 25.IX.2012

2012	Авг. 07	00 22 47	+07 32 26	11.28	2.158	1.388	21.9	16.8	67.7
	Авг. 17	00 23 50	+07 37 37	11.01	2.139	1.289	19.0	139.6	0.3
	Авг. 27	00 22 03	+07 19 31	10.74	2.121	1.204	15.2	80.4	83.9
	Сент. 06	00 17 34	+06 37 23	10.45	2.104	1.138	10.6	50.3	65.3
	Сент. 16	00 10 53	+05 33 10	10.14	2.088	1.093	5.3	179.3	1.0
	Сент. 26	00 03 03	+04 13 20	9.89	2.072	1.071	1.8	37.6	88.6
	Окт. 06	23 55 24	+02 48 04	10.13	2.058	1.074	6.7	88.7	63.3
	Окт. 16	23 49 14	+01 28 39	10.36	2.044	1.100	12.1	135.5	2.7
	Окт. 26	23 45 39	+00 25 08	10.59	2.032	1.147	17.0	3.815	91.6
	Нояб. 05	23 45 12	-00 16 29	10.81	2.020	1.211	21.0	124.7	60.8
	Нояб. 15	23 47 58	-00 33 57	11.03	2.010	1.289	24.2	96.1	5.6
	Нояб. 25	23 53 50	-00 27 35	11.22	2.001	1.378	26.6	35.4	93.3

59 Элпис D=165 км, P=13.69^h, B-V=0.662^m, A=0.0438, Тип B, 30.IX.2012

2012	Авг. 27	00 54 05	+03 37 41	11.63	2.414	1.545	15.3	86.6	83.9
	Сент. 06	00 51 07	+02 29 31	11.39	2.410	1.475	11.4	44.1	65.3
	Сент. 16	00 45 57	+01 06 11	11.13	2.406	1.427	7.0	169.6	1.0
	Сент. 26	00 39 14	-00 25 15	10.86	2.402	1.403	2.6	45.0	88.6
	Окт. 06	00 31 58	-01 55 38	10.92	2.399	1.406	3.6	81.7	63.3
	Окт. 16	00 25 11	-03 15 31	11.19	2.397	1.436	8.1	141.2	2.7
	Окт. 26	00 19 55	-04 17 07	11.43	2.395	1.490	12.4	10.1	91.6

60 Эхо D=60 км, P=25.208^h, B-V=0.854^m, A=0.2535, Тип S, 05.X.2012

2012	Сент. 16	01 03 08	+07 11 07	11.32	2.349	1.391	9.6	166.7	1.0
	Сент. 26	00 55 36	+06 05 47	11.03	2.328	1.337	4.7	50.6	88.6
	Окт. 06	00 46 48	+04 50 27	10.70	2.307	1.308	0.5	75.9	63.3
	Окт. 16	00 37 53	+03 33 34	10.98	2.286	1.306	5.8	147.4	2.7

Дата (21 ^h UT)	α (2000.0) ч м с	δ (2000.0) ° ' "	V m	r a. e.	Δ a. e.	β °	Расст. Луны °	фаза %
Окт. 26	00 30 09	+02 24 45	11.19	2.266	1.329	10.9	9.034	91.6
Нояб. 05	00 24 37	+01 31 49	11.39	2.245	1.376	15.5	114.8	60.8
Нояб. 15	00 21 56	+00 59 28	11.58	2.225	1.441	19.3	104.5	5.6

85 Ио D=155 км, P=6.875^h, B-V=0.668^m, A=0.0666, Тип B, 11.X.2012

2012	Авг. 07	01 17 31	+15 43 07	11.53	2.200	1.614	25.3	4.844	67.7
	Авг. 17	01 22 26	+15 43 30	11.35	2.211	1.523	23.3	123.3	0.3
	Авг. 27	01 24 34	+15 20 12	11.16	2.223	1.442	20.5	97.5	83.9
	Сент. 06	01 23 50	+14 31 27	10.95	2.237	1.373	17.0	32.5	65.3
	Сент. 16	01 20 19	+13 17 04	10.73	2.251	1.321	12.7	161.2	1.0
	Сент. 26	01 14 33	+11 40 07	10.50	2.266	1.291	7.8	56.8	88.6
	Окт. 06	01 07 28	+09 47 52	10.23	2.281	1.285	2.6	69.5	63.3
	Окт. 16	01 00 10	+07 50 49	10.30	2.297	1.305	3.0	154.2	2.7
	Окт. 26	00 53 52	+06 00 56	10.65	2.314	1.352	8.0	15.0	91.6
	Нояб. 05	00 49 28	+04 28 08	10.96	2.332	1.423	12.4	108.0	60.8
	Нояб. 15	00 47 29	+03 18 22	11.25	2.350	1.516	16.1	111.3	5.6
	Нояб. 25	00 48 08	+02 33 50	11.51	2.368	1.627	19.1	22.1	93.3

4 Веста D=530 км, P=5.342^h, B-V=0.782^m, A=0.4228, Тип V, 09.XII.2012

2012	Сент. 26	05 32 26	+17 31 55	7.81	2.563	2.183	22.6	119.0	88.6
	Окт. 06	05 37 45	+17 29 55	7.66	2.566	2.059	21.6	4.639	63.3
	Окт. 16	05 40 28	+17 27 07	7.49	2.567	1.941	20.0	136.7	2.7
	Окт. 26	05 40 17	+17 24 54	7.31	2.569	1.833	17.7	85.6	91.6
	Нояб. 05	05 37 02	+17 24 25	7.11	2.570	1.739	14.7	36.6	60.8
	Нояб. 15	05 30 46	+17 26 25	6.90	2.570	1.665	11.0	175.5	5.6
	Нояб. 25	05 21 55	+17 31 19	6.69	2.571	1.614	6.7	47.6	93.3
	Дек. 05	05 11 22	+17 39 12	6.48	2.571	1.590	2.6	76.8	57.4
	Дек. 15	05 00 17	+17 50 12	6.54	2.570	1.594	3.6	137.2	9.0
	Дек. 25	04 50 02	+18 04 48	6.76	2.569	1.628	8.0	7.609	94.2
2013	Янв. 04	04 41 44	+18 23 35	6.97	2.568	1.688	12.1	119.8	52.5
	Янв. 14	04 36 11	+18 47 04	7.17	2.566	1.771	15.6	95.4	12.0
	Янв. 24	04 33 43	+19 15 17	7.36	2.564	1.872	18.3	29.0	94.8

1 Церера D=952 км, P=9.075^h, B-V=0.713^m, A=0.090, Тип C, 17.XII.2012

2012	Окт. 06	06 07 02	+21 18 56	8.43	2.723	2.331	21.0	3.2	63.3
	Окт. 16	06 12 13	+21 40 07	8.26	2.715	2.196	20.0	129.7	2.7
	Окт. 26	06 14 57	+22 05 02	8.07	2.708	2.068	18.4	93.4	91.6
	Нояб. 05	06 14 56	+22 34 38	7.86	2.700	1.951	16.2	28.1	60.8
	Нояб. 15	06 11 58	+23 09 10	7.63	2.692	1.851	13.3	168.1	5.6
	Нояб. 25	06 06 07	+23 47 37	7.39	2.685	1.771	9.8	57.6	93.3
	Дек. 05	05 57 47	+24 27 47	7.12	2.677	1.715	5.6	66.3	57.4
	Дек. 15	05 47 47	+25 06 45	6.80	2.670	1.687	1.3	148.1	9.0
	Дек. 25	05 37 17	+25 41 50	6.96	2.663	1.688	3.5	18.9	94.2
2013	Янв. 04	05 27 36	+26 11 44	7.22	2.656	1.718	7.9	109.1	52.5
	Янв. 14	05 19 52	+26 36 43	7.45	2.649	1.774	11.9	105.7	12.0
	Янв. 24	05 14 54	+26 58 11	7.67	2.642	1.853	15.2	20.4	94.8

9 Меркус D=190 км, P=5.079^h, B-V=0.858^m, A=0.118, 01.I.2013

2012	Окт. 16	06 56 50	+23 33 17	10.20	2.093	1.664	27.8	119.6	2.7
	Окт. 26	07 07 09	+23 48 17	10.02	2.093	1.556	26.7	105.1	91.6
	Нояб. 05	07 14 40	+24 09 43	9.82	2.095	1.453	25.0	15.9	60.8
	Нояб. 15	07 18 55	+24 40 02	9.60	2.097	1.359	22.4	152.7	5.6
	Нояб. 25	07 19 27	+25 20 26	9.37	2.100	1.276	19.1	74.1	93.3
	Дек. 05	07 16 07	+26 09 55	9.12	2.103	1.209	14.9	49.3	57.4

Дата (21 ^h UT)	α (2000.0)			δ (2000.0)			V	r	Δ	β	Расст. Луны	фаза
	ч	м	с	°	'	''	m	а. е.	а. е.	°	°	%
Дек. 15	07	09	03	+27	04	44	8.85	2.108	1.162	9.9	164.1	9.0
Дек. 25	06	59	08	+27	58	23	8.58	2.113	1.138	4.7	37.3	94.2
2013 Янв. 04	06	47	52	+28	43	55	8.51	2.119	1.140	3.2	91.6	52.5
Янв. 14	06	37	06	+29	16	31	8.81	2.126	1.168	8.0	122.3	12.0
Янв. 24	06	28	37	+29	35	08	9.10	2.133	1.220	13.0	10.6	94.8

13 Эгерия D=208 км, P=7.045^h, B-V=0.745^m, A=0.0825, Тип Ch, 28.I.2013

2012	Нояб.	25	09	34	36	+35	07	47	11.06	2.363	1.860	23.3	99.4	93.3
	Дек.	05	09	42	41	+36	15	45	10.89	2.362	1.754	21.9	33.2	57.4
	Дек.	15	09	47	42	+37	39	16	10.71	2.361	1.658	20.0	148.0	9.0
	Дек.	25	09	49	10	+39	15	25	10.52	2.360	1.576	17.7	71.9	94.2
2013	Янв.	04	09	46	42	+40	57	47	10.34	2.359	1.512	15.1	62.8	52.5
	Янв.	14	09	40	17	+42	36	06	10.19	2.360	1.467	12.7	141.8	12.0
	Янв.	24	09	30	28	+43	57	05	10.10	2.360	1.445	11.3	43.8	94.8

Тесные сближения астероидов с Землей

На середину октября 2011 года открыто и каталогизировано 8292 астероида, которые периодически сближаются с Землей (АСЗ). Из них 831 астероид имеют диаметр $D > 1$ км. За неполный 2011 год открыто 730 новых АСЗ, из них 11 диаметром > 1 км. Потенциально опасных для Земли астероидов известно 1260, из них 151 крупнее 1 км.

В 2012 году сблизятся с Землей на расстояние менее 0.2 а.е. 109 астероидов. Однако, как обычно, тесных сближений с Землей за счет еще не открытых астероидов будет значительно больше!

На рис.2 приведены уже состоявшиеся (и наблюдавшиеся) в 2011 году 417 сближений астероидов с Землей (на расстоянии меньше 0.2 а.е.). За период январь-октябрь 2011 года наблюдалось 129 сближений астероидов на расстоянии менее 10 LD. Заранее известно было только о 6 из них! (См. ОАК-2011, стр. 91). При этом 21 АСЗ пролетели внутри лунной орбиты.

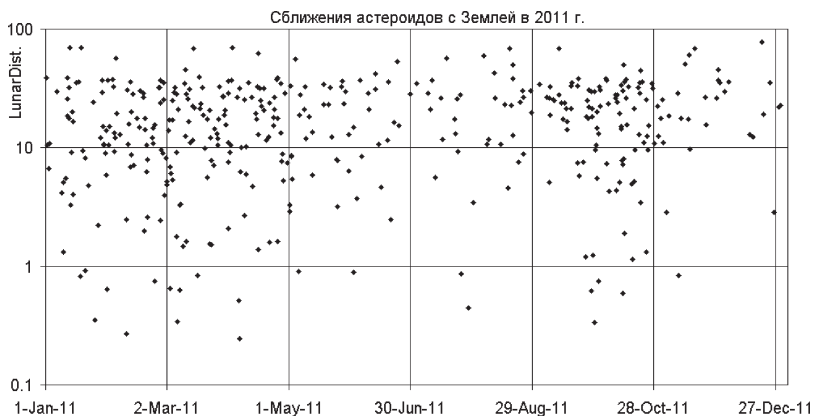


Рис. 2. Распределение расстояний состоявшихся сближениях астероидов с Землей в 2011 году (LunarDist – расстояние от Земли до Луны)

Карликовые планеты и транснептуновые объекты

Таблица 2

		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	942 0.0738	2296.14 0.180	1500 0.12	1500 0.12	2326 0.19
Масса	кг M_E	9.5×10^{20} 0.00016	1.3×10^{22} 0.0022	$4.2 \pm 0.1 \times 10^{21}$ 0.0007	4×10^{21} 0.0007	1.7×10^{22} 0.0028
Плотность	г/см ³	2.08	2.0	2.6–3.3	2.0	2.25
Ускорение на экваторе	м/с ²	0.27	0.60	0.44	0.5	~0.7
Скорость убегания	км/с	0.51	1.2	0.44	0.8	?
Период вращения	сут.	0.3781	6.387*	0.167		>0.33?
Орбит.период	годы	4.599	247.92	285.4	309.9	557
Ср.орбит.скорость	км/с	17.9	4.75	4.5	4.4	3.4
Эксцентриситет орб.		0.080	0.2488	0.189	0.159	0.44177
Наклонение	град.	10.587	17.14	28.19	28.96	44.187
Ср.температура поверхности	К	167	40	32±3	30	30
Состав атмосферы		H ₂ O, O ₂	N ₂ , CH ₄		N ₂ , CH ₄	N ₂ , CH ₄
Число известных спутников		-	4	2	-	1

D_E , M_E – диаметр и масса Земли

* – обратное вращение

Существуют несколько тел, которые потенциально могут квалифицироваться как претенденты на статус карликовой планеты. Из таких объектов в таблице 3 перечислены несколько, чей диаметр, возможно, больше 650 км.

Таблица 3. Вероятные претенденты на статус карликовой планеты

Название	Классификация	Диаметр	Масса
Орк	Плутино	900-1100 км	6,2-7,0×10 ²⁰ кг
Седна	Объект рассеянного диска	1600-1800 км	1,7-6,1×10 ²¹ кг
2007 OR ₁₀	Объект рассеянного диска	900-1830 км	–
Кваоар	Кьюбивано	840-1290 ? км	1,0-2,6×10 ²¹ кг
2002 TC ₃₀₂	Объект рассеянного диска	710-1150 км	–
Варуна	Кьюбивано	780 км	~5,9×10 ²⁰ кг
2002 UX ₂₅	Кьюбивано	680 км	~7,9×10 ²⁰ кг
2002 TX ₃₀₀	Кьюбивано	700-800 км	–
Иксион	Плутино	650 ? км	–

Статус Харона, который сейчас рассматривается как спутник Плутона, остаётся неопределённым, так как в настоящее время нет точного определения по разграничению двойных планетных систем и планет со спутником.

Плутоиды являются подмножеством карликовых планет, при этом большие полуоси их орбит больше, чем у Нептуна.

Классические объекты пояса Койпера называют еще "**кьюбивано**" (англ. *cubewano*) – это объекты пояса Койпера, орбиты которых расположены за орбитой Нептуна и *не находятся* в явно выраженном орбитальном резонансе с этой планетой. Большие полуоси орбит классических объектов пояса Койпера находятся в диапазоне 40-50 а.е., и, в отличие от Плутона, они не пересекают орбиту Нептуна. Название "кьюбивано" образовалось от индекса первого (если не считать Плутон и Харон) обнаруженного транснептунового объекта - 1992 QB1 ("QB1" произносится как "кью-би-ван"). Наиболее известные объекты, которые были идентифицированы как кьюбивано:

- (15760) 1992 QB1;
- (136472) Макмаке – карликовая планета, один из крупнейших транснептуновых объектов и крупнейший из известных кьюбивано;
- (50000) Кваоар и (20000) Варуна – оба считались крупнейшими транснептуновыми объектами на момент открытия;
- (136108) Хаумеа первоначально также была причислена к кьюбивано, однако позже была исключена из этого списка.

Плутино называется транснептуновый объект, чья орбита *находится* в орбитальном резонансе с орбитой Нептуна в соотношении 2:3 (каждый раз, когда плутино, как и сам Плутон, делает два оборота вокруг Солнца, Нептун делает три оборота). Термин имеет отношение только к орбитальному резонансу. Плутино образуют внутреннюю часть пояса Койпера и насчитывают около четверти из известных объектов этого пояса.

Рассеянный диск – удалённый регион Солнечной системы, редко заселённый малыми, в основном ледяными, телами. Такие тела называют **объектами рассеянного диска** (*SDO**, *scattered disc object*), они относятся к подмножеству большого семейства транснептуновых объектов. Внутренняя область рассеянного диска частично перекрывается с поясом Койпера, а его внешняя граница пролегает гораздо дальше от Солнца, а орбиты тел могут иметь значительный наклон к плоскости эклиптики.

Таблица 4. Некоторые примечательные объекты рассеянного диска

Наименование или постоянный номер	Временное наименование	Большая полуось орбиты (а. е.)	Абсолютная звёздная величина	Экваториальный диаметр (км)	Дата открытия
Эрида	2003 UB ₃₁₃	67.7	–1,12	2326 ± 12	2003
Седна	2003 VB ₁₂	525.6	1,6	1180-1800	2003
	2004 XR ₁₉₀	57.5	4,5	500-1000	2004
15874	1996 TL ₆₆	82.9	5,4	~630	1996
48639	1995 TL ₈	52.2	5,28 и 7,0 (двойной объект)	~350 и ~160	1995

<http://ru.wikipedia.org/>

ПРОХОЖДЕНИЕ КОМЕТ ЧЕРЕЗ ПЕРИГЕЛИЙ В 2012 ГОДУ

В 2012 году ожидается прохождение через перигелий 47 комет: четыре "новые" короткопериодические впервые пройдут перигелий, 11 "почти новых" короткопериодических комет в первый или во второй раз пройдут перигелий (нужно подтверждение этих прохождений) и 24 "старых" короткопериодических комет в третий и более раз пройдут перигелии орбит, 2 новые долгопериодические кометы, 2 "параболические", 2 "гиперболические" и 4 утерянные короткопериодические кометы, одна из которых – комета 3D Биелы – представлена двумя вторичными ядрами-фрагментами А и В. Больше всех, в 14 появлениях наблюдалась комета 21/Джакобини-Циннера.

В таблице эфемерид и в тексте приняты следующие обозначения: m_1 – интегральный блеск головы кометы; P – период обращения вокруг Солнца; e – эксцентриситет; i – наклон плоскости орбиты к эклиптике; α , δ – экваториальные координаты; r и Δ расстояние кометы от Солнца и Земли; E – элонгация; β – угол фазы. Наиболее благоприятные условия для наблюдения комет – в противостоянии, при $E \approx 180^\circ$. При $E \approx 0^\circ$ комета находится в соединении с Солнцем, и ее наблюдения невозможны.

Первой к Солнцу приблизится короткопериодическая **комета Спейсвоч (P/2005 JN)**, которая открыта 3 мая 2005 года по программе ЛОНЕОС как диффузный объект блеском $m_1 \approx 20.4^m$. К Земле ближе всего подойдет на расстояние 1.53 а.е. 19 июня 2012 года. Блеск кометы достигнет максимума еще 12 июня $m_1 = 20.6^m$.

Второй пройдет перигелий в своем 4-м появлении известная короткопериодическая **комета Мюллера 131P**. Она была открыта Д.Мюллером на астрофотографиях, полученных 15 сентября 1990 года. При открытии комета имела блеск $m_1 = 17^m$ и хвост, направленный на юго-юго-восток. Орбита ее оказалась эллиптической ($P = 6.56$ года, $e = 0.40$, $i = 7.1^\circ$). Блеск кометы достиг максимума $m_1 = 17.2^m$ еще 17 октября 2011 года. Возле Земли будет 16 января 2013 года на расстоянии 2.3 а.е.

Третьей вблизи Солнца пройдет новая короткопериодическая комета **Джибса P/2011 C2**, открытая А.Джибсом на ПЗС-изображениях, полученных 12 февраля 2011 года. Объект имел компактную диффузную кому и хвост длиной 8" в позиционном угле 295° , блеск $m_1 = 19.9^m$. Максимального блеска $m_1 \sim 19.7^m$ комета достигнет 20 марта 2012 года, будучи ближе всего к Земле на расстоянии 4.4 а.е.

Четвертой приблизится к Солнцу короткопериодическая **комета Леви P/2006 T1**, которую открыл Д.Леви 2 октября 2006 года как диффузный объект блеском $m_1 \sim 10.5^m$. Комета находилась в это время в $40'$ дуги от северного полюса Сатурна. В предстоящем появлении максимального блеска $m_1 \sim 7^m$ комета должна достигнуть 17 января 2012 года, а 22 января она должна подойти ближе всего к Земле (0.19 а.е.). Любители могут ее наблюдать с конца декабря 2011 до февраля 2012 года, когда ее блеск будет превышать $m_1 \sim 9^m$.

Пятой ожидается прохождение перигелия известной короткопериодической **кометы Герельса 78P**, которую открыл Т.Герельс при просмотре пластинок, экспонированных 29-30 сентября и 4-5 октября 1973 года. Объект обладал всеообразным хвостом длиной $2'$ и имел блеск $m_1 \sim 15-16^m$. Максимального блеска комета достигла 25 октября 2011 года ($m_1 = 11.5^m$), а 5 октября 2011 прошла от Земли на минимальном расстоянии (1.18 а.е.).

Шестой должна пройти перигелий короткопериодическая **комета Макнота P/2005 J1**. Ее открыл Р.Макнот как диффузный объект со слабым хвос-

том длиной 10" на запад и блеском $m_1=17.6^m$. В предстоящем появлении достигнет максимального блеска $m_1\sim 20.3^m$ 20 января 2012 года, а ближе всего к Земле (1.76 а.е.) будет 30 июля 2012 года.

Седьмой возле Солнца появится долгопериодическая **комета Макнота C/2011 Q2**. Ее открыл Р.Макнот 26 августа 2005 года как диффузный объект с комой диаметром 0'.8 и блеском $m_1=14.5^m$. Наиболее яркой ($m_1=10.3^m$) будет 20 января 2012 года, а ближе всего к Земле (2.3 а.е.) подойдет 27 января 2012 года.

Восьмой пройдет перигелий короткопериодическая **комета Скотти 244P**, которую 30 декабря 2000 года открыл Д.Скотти как диффузный объект блеском $m_1=18.9^m$. Максимального блеска $m_1\sim 18.3^m$ достигла 15 декабря 2011 года, а к Земле до 2.94 а.е. приближалась 14 декабря 2011 года.

Девятой, 28 января 2012 года, к Солнцу приблизится новая короткопериодическая **комета Спейсвоч-Боаттини P/2011 JB15**. Ее открыла команда Спейсвоч на изображениях, полученных 8 и 12 мая 2011 года как астероидный объект блеском $m_1\sim 19.6^m$, получивший обозначение 2011 JB15 в Центре малых планет. 28 мая 2011 года А.Боаттини открыл новую комету блеском $m_1\sim 19.1^m$, получившую временное обозначение SK8D595 (NEO Confirmation Page). В центре малых планет этот объект был идентифицирован с астероидным объектом, открытым ранее командой Спейсвоч. Новая комета получила обозначение короткопериодической кометы P/2011 JB15 (SPACEWATCH-BOATTINI). На близком расстоянии от Земли (4.1 а.е.) комета пройдет 3 июля 2012 года, а максимального блеска $m_1\sim 18.93^m$ достигнет 16 июля.

Десятой ожидается приближение к Солнцу утерянной "старой" короткопериодической **кометы Брорзена 5D**. Комета была открыта 26 февраля 1846 года Т.Брорзенем, за день до прохождения ею перигелия и оказалась короткопериодической кометой. Однако во время своего следующего возвращения в 1851 году комета не была обнаружена. 18 марта 1857 года комету как новую открыл К.Х.Брунс, но она снова была потеряна в 1862 году и снова найдена в 1868. Следующее тесное сближение с Юпитером несколько уменьшило период обращения кометы и позволило ее наблюдать в 1873 году. Следующее ее возвращение было самым благополучным, и комета наблюдалась целых 4 месяца. В последующих возвращениях 1884, 1890, 1895 и 1901 годов комета не наблюдалась и считалась утерянной. Серьезные поиски пропавшей кометы были предприняты Б.Марсденом в 1973 году, когда, согласно вычислениям должны были наступить очень благоприятные условия наблюдений, но поиски к успеху не привели. Это послужило поводом занесения кометы Брорзена в список потерянных комет, о чем свидетельствует буква "D" в обозначении кометы. Однако в 2012 году будут предприняты очередные попытки поисков этой утерянной кометы. На наиболее близком расстоянии от Земли (0.46 а.е.) комета, возможно, пройдет 17 февраля 2012 года. Максимального блеска $m_1\sim 4^m$ она может достигнуть 10 февраля 2012 года.

Потом к Солнцу должна была бы приблизиться еще одна утерянная короткопериодическая **комета Брукса D/1886 K1**. Ее открыл У.Брукс 23 мая 1886 года. Последний раз комету наблюдали 3 июля 1886 года Э.Темпель и Дж.Перротин. Комета входит в список утерянных комет и обозначается как комета Брукса D/1886 K1. Теоретически на минимальном расстоянии от Земли (1.4 а.е.) комета должна пройти 24 июля 2012 года.

Далее к Солнцу приблизится новая долгопериодическая **комета Джибса C/2010 M1**, открытая А.Джибсом на ПЗС-изображениях, полученных 22 июня 2010 года, как диффузный объект с комой диаметром 3'.5 и блеском $m_1 \sim 20.2$ –20.9^m. На минимальном расстоянии от Земли (2.4 а.е.) комета пройдет 6 июля 2012 года, а максимума блеска ($m_1 \sim 14.7^m$) достигнет 11 февраля 2012 года.

Следующей приблизится к Солнцу известная короткопериодическая **комета Джакобини-Циннера 21P**. Комета 21P/Джакобини-Циннера была открыта М.Джакобини 20 декабря 1900 года. Но в следующем возвращении она не была найдена. 23 октября 1913 года ее переоткрыл Э.Циннер. Орбита оказалась эллиптической ($P=6.46$ года, $e=0.73$, $i=29.8^\circ$). За последние 200 лет имела 7 сближений с Юпитером, причем одно очень тесное до 0.15 а.е. в 1815 году. Эти сближения привели к незначительным изменениям орбитальных элементов кометы. С Землей сблизится до минимального расстояния 1.85 а.е. 10 февраля 2012 года. Блеск кометы в максимуме достигнет $m_1=12.2^m$ 12 февраля 2012 года. К этой комете впервые был отправлен космический аппарат – КА "ICE", который пролетел через хвост кометы на расстоянии 10000 км от ее ядра и определил значение магнитной индукции ~ 100 нТ.

Затем, 15 февраля 2012 года, к Солнцу подойдет короткопериодическая **комета ОДАС 198P**, открытая 15 декабря 1998 года по программе службы астероидов Центра ОДАС как диффузный объект блеском $m_1=18.3^m$. Максимального блеска $m_1=17.3^m$ она достигла 9 ноября 2011 года, а с Землей сблизилась 25 октября 2011 года ($\Delta=1.2$ а.е.).

Пятнадцатой в перигелии будет короткопериодическая **комета Зингера-Брюстера 105P**. Эту комету открыл С.Зингер-Брюстер 3 мая 1986 года на двух пластинках, экспонированных им вместе с Д.Шнеебергером и Э.Баром в рамках программы поиска астероидов, сближающихся с Землей. Комета была диффузной и имела блеск $m_1=15^m$. Орбита кометы оказалась эллиптической ($P=6.30$ года, $e=0.41$, $i=9.2^\circ$). Возле Земли она ближе всего будет 28 июня 2012 года на расстоянии 1.3 а.е., а максимум блеска $m_1=17.77^m$ будет 17 июня.

Следующей должно было бы приблизиться к Солнцу вторичное ядро А известной короткопериодической **кометы Биэлы 3D**, открытой в 1826 году В.Биэлой, который изучил комету и вычислил её орбиту. Комета оказалась короткопериодической ($P=6.6$ года). Было установлено её тождество с кометами, наблюдавшимися в 1772 году Ш.Мессье и в 1805 году Ж.-Л.Понсом. Это была третья (на тот момент) комета, для которой установили периодичность, после известных комет Галлея и Энке. В 1846 году было обнаружено разделение кометы на две части, разошедшиеся к 1852 году на 2.8 млн км. По их движению оценили массу кометы в 4×10^{-7} массы Земли. Последний раз комета Биэлы наблюдалась в 1852 году. После 1852 года обнаружить комету не удавалось. А 27 ноября 1872 года наблюдался обильный метеорный дождь (3000 метеоров в час), радиант которого находился в точке пересечения орбиты кометы Биэлы с земной орбитой. Этот метеорный дождь стал известен как Андромедиды (Биэлиды), и был связан с разрушением кометы. Позже метеоры наблюдались в течение всего XIX века, а потом исчезли. Возможно, кометы 207P/NEAT и 3D/Биэлы в прошлом были одной кометой, так как их орбиты похожи. Существует спекулятивная версия, что фрагменты кометы Биэлы 8 октября 1871 года стали причиной Пештигского, Порт-Гуронского и Большого Чикагского пожаров. Однако прямых доказательств этого нет. Максималь-

ного блеска $m_1=2.8^m$ возможно достигла бы 27 января 2012 года, а 1 февраля комета должна приблизиться к Земле на расстояние 0.2 а.е.

Короткопериодическая **комета ЛОНЕОС 182P** появится около Солнца 5 марта 2012 года. Ее открыла 17 ноября 2001 года команда астрономов программы ЛОНЕОС как диффузный объект блеском $m_1=18.9^m$. Она оказалась новой короткопериодической кометой с периодом обращения вокруг Солнца $P\sim 5.1$ года. Достигнет максимального блеска $m_1=18.7^m$ 12 марта, а минимального расстояния до Земли (0.65 а.е.) – 3 апреля 2012 года.

Далее к Солнцу приблизится новая короткопериодическая **комета Новичонка-Герке P/2011 R3**, которую открыл А.Новичонок на 6 изображениях, полученных В.Герке 7 сентября 2011 года. Объект обладал сконденсированной комой диаметром 12" и хвостом длиной 0.6' в позиционном угле 261° , блеском $m_1=18.9^m$. Двигается по эллиптической орбите с периодом обращения вокруг Солнца $P\sim 10.7$ года. Максимальный блеск $m_1=18.8^m$ был 17 декабря 2011 года. Минимальное расстояние до Земли (2.5 а.е.) – 25 декабря 2012 года.

Далее ожидается приближение к Солнцу короткопериодической **кометы Спара 242P**. Комету открыл Т.Спар на изображениях, полученных 27-29 октября 1998 года. Объект обладал хвостом длиной 30" в позиционном угле 285° . Оказалась короткопериодической кометой с периодом обращения вокруг Солнца $P\sim 13$ лет. Достигнет максимального блеска $m_1=18.2^m$ 22 декабря 2012 года, а приблизится к Земле (3.37 а.е.) – 5 января 2013 года.

Двадцатой, 10 апреля 2012 года, пройдет перигелий короткопериодическая **комета Джексона-Неуймина 58P**. Была открыта независимо С.Джексоном, нашедшим комету на пластинках службы малых планет, полученных 15 сентября 1936 года и Г.Неуйминым на пластинках, полученных 21 сентября 1936 года. Комета имела блеск $m_1\approx 12^m$. Ее орбита оказалась эллиптической ($e=0.65$, $i=13.3^\circ$). Орбитальная эволюция кометы Джексона-Неуймина в интервале 1800-2000 годов характеризуется ее 9 сближениями с Юпитером. Наиболее тесное сближение состоялось (0.595 а.е.) в 1825 году. Орбитальные элементы за 200-летний период изменились незначительно. Комета наблюдалась в шести появлениях: в 1936, 1970, 1978, 1987, 1995 и 2004 годах. Постоянный номер в каталоге кометных орбит – 58P. Двигается по эллиптической орбите с периодом обращения вокруг Солнца $P\sim 7.6$ года. Максимального блеска ($m_1=16.8^m$) достигнет 11 апреля, а 16 апреля 2012 года должна приблизиться к Земле на 2.34 а.е.

Короткопериодическая **комета HEAT 163P** должна приблизиться к Солнцу в своем четвертом появлении 12 апреля 2012 года. Она открыта по программе HEAT 5 ноября 2004 года как объект с очень слабой комой и без хвоста блеском $m_1\sim 18.8^m$. Двигалась по эллиптической орбите с периодом обращения вокруг Солнца $P\sim 7.3$ года. Получила окончательное обозначение 163P среди короткопериодических комет. 10 ноября 2011 года приближалась к Земле на 1.46 а.е., с максимальным блеском $m_1=18.03^m$ 2 декабря 2011 года.

Потом к Солнцу приблизится **комета ЛОНЕОС C/2006 S3**, движущаяся по гиперболической орбите. Она была обнаружена командой ЛОНЕОС 19 сентября 2006 года как слабый диффузный объект блеском $m_1\sim 19^m$. Достигнет максимального блеска $m_1\sim 15.9^m$ 9 апреля 2013 года. Минимальное расстояние до Земли (4.84 а.е.) – 20 апреля 2013 года.

Следующей к Солнцу должна приблизиться утерянная короткопериодическая **комета Деннинга D/1894 F1**. Она была открыта 26 марта 1894 года

У.Деннингом как диффузный объект блеском $m_1=11^m$. Последнее ее наблюдение сделано С.Жавелем 5 июня 1894 года. Комета движется по эллиптической орбите с периодом ~ 8.1 года. Максимальный блеск не известен. У Земли должна быть на расстоянии 4.17 а.е. 16 сентября 2012 года.

Короткопериодическая **комета Спара 171P** приблизится к Солнцу 30 апреля 2012 года. Она была открыта Т.Спаром 16 ноября 1998 года. Комета имела кому диаметром 18" и блеск $m_1=16.5^m$. Объект является короткопериодической кометой с периодом обращения вокруг Солнца $P\sim 6.7$ лет. Максимального блеска $m_1=16.7^m$ она достигнет 16 апреля 2012 года. Ближе всего к Земле (1.6 а.е.) комета подходила 19 октября 2011 года.

Двадцать пятой у Солнца будет известная короткопериодическая **комета Цзыцзиньшань 60P**. Комету открыли 11 января 1965 года сотрудники обсерватории Пурпурная Гора (Цзыцзиньшань на китайском языке). Блеск кометы в момент открытия был $m_1=15^m$. Комета двигалась по эллиптической орбите ($P=6.8$ года, $e=0.51$, $i=6.7^\circ$). За последние 200 лет 6 раз приближалась к Юпитеру. Сильное тесное сближение с планетой (до 0.14 а.е.) произошло в 1878 году. Эти сближения привели к заметным изменениям в элементах орбиты кометы: период изменился от 9.2 до 6.8 лет, эксцентриситет от 0.34 до 0.51, наклон плоскости орбиты от 11° до 6.7° . В следующем появлении блеск кометы 60P/Цзыцзиньшань в максимуме достигнет $m_1=16.3^m$ 25 апреля 2012 года. У Земли (до 1.35 а.е.) была 22 ноября 2011 года.

Далее ожидается приближение к Солнцу **кометы ЛИНЕАР C/2010 R1**, движущейся по гиперболической орбите обратным движением. Ее открыли по программе ЛИНЕАР 4 сентября 2010 года как диффузный объект блеском $m_1\sim 20.5^m$. Комета приблизится к Земле 10 мая 2012 года на расстояние 4.69 а.е. с максимальным блеском $m_1\sim 17.56^m$.

Следующей пройдет перигелий короткопериодическая **комета Джибса P/2006 Y2** в своем втором появлении. Ее открыл А.Джибс на ПЗС-изображениях, полученных 26 декабря 2006 года, как диффузный объект блеском $m_1\sim 18.2^m$. Орбита оказалась эллиптической с периодом 5.35 года. Комета приближалась к Земле 22 ноября 2011 года на расстояние 1.39 а.е., а максимального блеска $m_1\sim 19.54^m$ достигнет 19 мая 2012 года.

Затем, 30 мая 2012 года, приблизится к Солнцу новая короткопериодическая **комета Аш (ASH) C/2011 N1**, которую открыли 1 июля 2011 года И.Куэва, Дж.Л.Ортиц, П.Сантос-Санц и Н.Моралес как астероидоподобный объект блеском $m_1\sim 19.9^m$. 3 и 4 июля у объекта был обнаружен хвост длиной 10" и 55" в антисолнечном направлении, что указало на кометную природу объекта. Орбита оказалась эллиптической с периодом обращения вокруг Солнца $P\sim 16$ лет. Максимального блеска $m_1=16.47^m$ комета достигнет 13 ноября 2012 года и в этот же день она будет ближе всего к Земле (1.26 а.е.).

Далее к Солнцу приблизится короткопериодическая **комета ЛИНЕАР P/2003 O2** во 2-м появлении, которую открыли по программе ЛИНЕАР на изображениях, полученных 29 июля 2003 года. Объект был диффузным, имел блеск $m_1\sim 18.6^m$ и двигался по эллиптической орбите с периодом обращения вокруг Солнца $P\sim 8.75$ лет. Максимального блеска $m_1\sim 15.5^m$ достигнет 4 июля 2012 года, а 25 июня будет ближе всего к Земле (3.23 а.е.).

Тридцатой пройдет перигелий известная короткопериодическая **комета Шумейкерова-Леви 138P**, которую открыли К. и Д. Шумейкеры и Д. Леви 13 ноября 1991 года. Комета была диффузной и имела блеск $m_1=16.5^m$. Комета двигалась по эллиптической орбите ($P=7.2$ года, $e=0.25$, $i=5.0^\circ$). Максимального блеска достигнет 21 июня 2012 года ($m_1=19.51^m$), а на минимальном расстоянии (1.65 а.е.) от Земли будет проходить 19 января 2012 года.

Далее должна пройти перигелий короткопериодическая **комета Гелин-Лоуренса 152P**, открытая Э. Гелин и К. Лоуренсом, на пластинках, экспонированных 17 и 19 мая 1993 года. Объект выглядел диффузным с центральной конденсацией и блеском $m_1=16.5^m$ и двигался по эллиптической орбите с периодом обращения $P=9.54$ года. 31 мая она будет ближе всего к Земле (2.11 а.е.), а максимального блеска $m_1=15.57^m$ достигнет 1 июня 2012 года.

Следующим ожидается приближение к Солнцу короткопериодической **кометы Мачхольца 96P**, открытой Д. Мачхольцем 12 мая 1986 года как диффузный объект ($m_1=11^m$) без конденсации и хвоста. Орбита кометы оказалась эллиптической. Ближе всего к Земле (3.4 а.е.) подойдет 29 июля 2012 года; наиболее яркой ($m_1=2.7^m$) будет 14 июля и в период с 10 по 20 июля, когда она будет ярче 6^m , но в это время ее наблюдать будет невозможно из-за малого угла элонгации кометы.

Далее пройдет перигелий короткопериодическая **комета НЕАТ 189P**, открытая по программе НЕАТ 30 июля 2002 года как диффузный объект блеском $m_1=17.2^m$. Орбита кометы НЕАТ, P/2002 O5 оказалась эллиптической ($P=5.0$ лет, $e=0.60$, $i=20.4^\circ$). Ближе всего к Земле (0.17 а.е.) комета подойдет 10 июля, а 12 июля 2012 года блеск кометы будет максимальным ($m_1=15.32^m$).

Потом, 13 августа 2012 года, к Солнцу приблизится в третьем своем появлении короткопериодическая **комета Петрю 185P**, открытая 18 августа 2001 года В.Е. Петрю. Комета имела круглую кому диаметром $2'$ и блеск $m_1=11^m$. Комета двигалась по эллиптической орбите ($P=5.47$ года, $e=0.70$, $i=14.0^\circ$). 17 июля она подойдет ближе всего к Земле (1.10 а.е.), а максимального блеска ($m_1=13.25^m$) комета достигнет 9 августа 2012 года.

Тридцать пятой пройдет перигелий новая долгопериодическая **комета ЛИНЕАР C/2011 O1**, которую открыли по программе ЛИНЕАР на изображениях, полученных 31 июля 2011 года. Объект был диффузным и имел блеск $m_1=17.6^m$. Объект двигался по сильно вытянутой эллиптической орбите. 28 июня она будет ближе всего к Земле (3.23 а.е.), а максимального блеска $m_1=15.5^m$ комета достигнет 4 июля 2012 года.

Следующей к Солнцу приблизится новая короткопериодическая **комета ЛОНЕОС P/2006 Q2**, которую открыли астрономы команды ЛОНЕОС 19 сентября 2006 года как слабый диффузный объект блеском $m_1=19^m$. Достигнет максимального блеска $m_1=18.94^m$ 3 сентября, а минимальное расстояние до Земли (0.41 а.е.) пройдет 11 сентября 2012 года.

Новую короткопериодическую **комету Макнота P/2005 K3** открыл Р. Макнот 20 мая 2005 года. Объект обладал слабой диффузной головой и узким хвостом длиной $30''$ в позиционном угле 240° и имел блеск $m_1=17.3^m$. В предстоящем появлении достигнет максимального блеска $m_1=14.28^m$ 25 сентября, ближе всего к Земле (0.58 а.е.) подойдет 4 октября 2012 года.

Далее к Солнцу приблизится короткопериодическая **комета ЛИНЕАР 160P**, открытая на изображениях, полученных 15 июля 2004 года как диффузный объект блеском $m_1 \sim 19.3^m$. Двигается по эллиптической орбите с периодом обращения вокруг Солнца $P \sim 7.9$ года. Максимума блеска ($m_1 \sim 16.3^m$) достигнет 15 сентября, а минимального расстояния до Земли (1.07 а.е.) – 14 сентября 2012 года.

Потом, 15 декабря 2011 года, к Солнцу подойдет короткопериодическая **комета Коуэлла-ЛИНЕАР 158P**. Ее обнаружил Ч.Коуэлл на пластинках, экспонированных 31 августа 1979 года. По изображению, выглядевшему как астероид блеском $m_1 = 19.1^m$, комету открыли астрономы команды ЛИНЕАР 12 сентября 2001 года. Была установлена тождественность объектов, открытых Коуэллом и командой ЛИНЕАР. Комета получила название кометы Коуэлла-ЛИНЕАР 158P. Двигается по эллиптической орбите с периодом обращения вокруг Солнца $P \sim 10.3$ года. На минимальном расстоянии от Земли (3.6 а.е.) комета пройдет 23 августа 2011 года, а максимума блеска ($m_1 \sim 18.42^m$) достигнет на следующий день.

Сороковой пройдет перигелий новая короткопериодическая **комета Ларсона P/2005 N3**, открывая С.Ларсоном 5 июля 2005 года как диффузный объект блеском $m_1 = 20.2^m$. Двигается по эллиптической орбите ($e = 0.3881$). На минимальном расстоянии от Земли (2.66 а.е.) комета прошла 4 июня 2011 года, достигнув максимума блеска ($m_1 \sim 22.13^m$) 26 мая 2011 года.

Следующей приблизится к Солнцу короткопериодическая **комета Гердженроузера 168P**. Ее открыл Ч.Гердженроузер на ПЗС изображениях, полученных Т.Спар 21 ноября 1998 года. Комета имела диффузный вид, блеск $m_1 = 17.3^m$, хвост длиной 30-60" в позиционном угле 80° . Орбита кометы оказалась эллиптической ($P = 6.9$ года, $e = 0.61$, $i = 21.9^\circ$). На минимальном расстоянии от Земли (0.42 а.е.) комета пройдет 26 сентября, достигнув максимума блеска $m_1 \sim 15.15^m$ 27 сентября 2012 года.

Потом ожидается приближение к Солнцу короткопериодической **кометы Кристенсена P/2005 T2**, которую открыл Э.Кристенсен 7 октября 2005 года. Объект имел умеренно сконденсированную кому диаметром 7" и хвост 10" в виде веера в позиционном угле $220-240^\circ$, блеск $m_1 \sim 19^m$. Комета движется по эллиптической орбите с периодом 7.47 года. На минимальном расстоянии от Земли (1.29 а.е.) комета пройдет 18 июля, а 5 августа 2012 года достигнет максимума блеска $m_1 = 18.45^m$.

Далее должно было бы приблизиться в седьмом появлении к Солнцу ядро В распавшейся короткопериодической **кометы 3D/Биелы**. По одной из теоретических моделей это ядро должно пройти через перигелий 9 октября на расстоянии 0.8424 а.е. от Солнца (см. п.16).

Следующей ожидается приближение к Солнцу новой почти параболической **кометы Макнота (C/2011 R1)**. Она была открыта Р.Макнотом на ПЗС-изображениях, полученных 3 сентября 2011 года как объект блеском $m_1 = 16.5^m$. (По состоянию на октябрь 2011 года Макнотом уже открыто 67 комет – это абсолютный рекорд среди открывателей комет). На минимальном расстоянии от Земли (2.03 а.е.) комета пройдет 8 августа, а 22 августа 2012 года достигнет максимума блеска $m_1 = 12.51^m$. Однако для наблюдателей северного полушария Земли вблизи этого перигея она будет недоступной для наблюдений из-за больших отрицательных склонений.

Сорок пятой пройдет перигелий короткопериодическая **комета Макнота-Рассела P/1994 X1**. Она была открыта Р.Макнотом и К.Расселом на ПЗС-изображениях, полученных 17 декабря 1993 года как объект с комой диаметром 8",

очень слабым хвостом длиной 10" в позиционном угле 20° и блеском $m_1=17.5^m$. Оказалась короткопериодической кометой с периодом обращения вокруг Солнца 18.3 года. На минимальном расстоянии от Земли (0.89 а.е.) комета пройдет 19 ноября, а 28 ноября 2012 года достигнет максимума блеска $m_1=18.9^m$.

Далее ожидается приближение к Солнцу короткопериодической **кометы Спейсвоч P/2006 F4**, открытой 26 марта 2006 года в рамках программы Спейсвоч как диффузный объект с хвостом длиной 6" в позиционном угле 280° и блеском $m_1=19.9^m$. Двигается по эллиптической орбите ($e=0.3371$). На минимальном расстоянии от Земли (1.64 а.е.) комета пройдет 11 июня 2013 года, достигнув максимума блеска ($m_1 \sim 19.8^m$) 27 мая 2013 года.

Предпоследней в этом году к Солнцу приблизится короткопериодическая **комета ЛОНЕОС P/1999 RO28**, которую открыли 7 сентября 1999 года астрономы команды ЛОНЕОС как слабый объект блеском $m_1 \sim 18.4^m$. 13 сентября 1999 года наблюдался как объект с центральной "звездной" конденсацией и слабым хвостом длиной 20" в позиционном угле 310°. Двигается по эллиптической орбите ($e=0.6508$). Минимальное расстояние до Земли (1.27 а.е.) пройдет 19 июля, а максимального блеска ($m_1 \sim 21.66^m$) достигнет только 19 декабря 2012 года.

Последней ожидается приближение к Солнцу короткопериодической **кометы Германа P/1999 D1**. Комета была открыта С.Германом на изображениях, полученных 20 февраля 1999 года как слабый объект блеском $m_1 \sim 18.4^m$. В тот же день комета наблюдалась П.Правецом с широким хвостом длиной 15" в позиционном угле 290°. Двигается по эллиптической орбите ($e=0.7130$). Достигнет максимального блеска $m_1 \sim 17.90^m$ 10 февраля 2013 года. Минимальное расстояние до Земли (1.14 а.е.) пройдет 31 марта 2013 года.

К сожалению, 2012 год будет бедным на яркие кометы. Поэтому мы, придерживаясь нашего стандарта давать эфемериды комет ярче 10^m, ниже приводим эфемериды только одной кометы, элонгация которой позволяет ее наблюдать. Это комета Леви (P/2006 T1).

Комета P/2006 T1 (Леви)

Дата	α ч м с (2000.0)	δ ° ' " (2000.0)	Δ а. е.	r а. е.	E °	β	m_1
2011 11 22	22 26 25.9	+37 34 56	0.4706	1.2277	109.5	49.3	9.8
2011 12 02	22 35 53.1	+34 38 50	0.4212	1.1578	103.3	56.0	9.3
2011 12 12	22 54 54.3	+31 18 30	0.3688	1.0980	97.9	62.7	8.7
2011 12 22	23 24 49.1	+27 03 09	0.3141	1.0511	93.6	69.1	8.2
2012 01 01	00 08 25.7	+20 49 21	0.2608	1.0202	90.7	74.5	7.7
2012 01 11	01 09 15.2	+10 58 09	0.2171	1.0077	90.2	77.4	7.2
2012 01 21	02 27 50.8	-03 03 11	0.1964	1.0144	93.3	75.6	7.0
2012 01 31	03 54 50.9	-16 54 10	0.2097	1.0399	99.3	69.2	7.3
2012 02 10	05 13 44.1	-25 25 58	0.2527	1.0822	105.6	61.4	7.9
2012 02 20	06 16 08.5	-28 51 04	0.3145	1.1384	110.7	54.3	8.6
2012 03 01	07 04 03.3	-29 18 39	0.3880	1.2055	114.7	48.3	9.3
2012 03 11	07 41 58.9	-28 18 48	0.4707	1.2807	117.5	43.5	9.9
2012 03 21	08 13 27.2	-26 39 14	0.5626	1.3615	119.1	39.7	10.6
2012 03 31	08 40 51.8	-24 47 16	0.6646	1.4461	119.4	37.0	11.2
2012 04 10	09 05 35.1	-22 59 27	0.7775	1.5331	118.5	35.1	11.8
2012 04 20	09 28 24.4	-21 24 18	0.9018	1.6213	116.4	33.7	12.4
2012 04 30	09 49 52.9	-20 06 31	1.0377	1.7099	113.5	32.7	12.9

МЕТЕОРЫ И МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

Метеорное вещество – это огромное количество материальных частичек, заполняющих межпланетное пространство Солнечной системы и движущихся с различными скоростями. Нельзя исключить наличие метеорного вещества и в межзвездном пространстве. Возможно, что "межпланетное" и "межзвездное" метеорное вещество взаимно проникает друг в друга и составляет сложный комплекс материи, возможно разного происхождения. Размеры этих частиц в поперечнике колеблются от нескольких микрон (телескопические метеоры) до нескольких десятков сантиметров (дают явление болида – очень яркого метеора). Мелкие метеорные тела сгорают в атмосфере Земли, а крупные могут даже выпасть на ее поверхность в виде метеоритов.

Весь полет метеорного тела (метеороида) длится от десятых долей секунд до нескольких секунд. В атмосфере Земли свечение метеора обычно появляется на высотах 100-120 км, а заканчивается на высотах 60-80 км. Высоты свечения метеоров тесно связаны со скоростью влета метеороида в атмосферу Земли. Частицы, влетающие в атмосферу с высокой скоростью, наблюдаются на больших высотах. Более крупные частицы и метеороиды, летящие с малой скоростью, могут светиться и на малых высотах. Разогреваясь до нескольких тысяч градусов, метеорное вещество светится в спектральных линиях, по которым определяется его химический состав. Цвет излучения наиболее сильной спектральной линии определяет и цвет метеора.

Происхождение метеорных частиц разнообразное. Чаще всего они могут возникнуть при распаде комет, при дроблении астероидных тел (метеорный поток Геминид), вылететь при вулканической деятельности (например, с Ио – спутника Юпитера), либо с поверхности планет при бомбардировке их крупными телами (вторичные метеорные частицы). Примером вторичного метеорного тела может служить метеорит, найденный в Антарктиде и содержащий биологические остатки (предполагают, что он прилетел с Марса). К нам в атмосферу Земли могут влетать метеорные частицы из межзвездного пространства, которые обычно имеют гиперболические скорости движения, что надежно определяется из наблюдений.

Метеорные частицы, движущиеся в межпланетном пространстве компактно и наблюдаемые обычно в определенные времена года, составляют метеорные потоки, дающие иногда метеорные "дожди", "ливни", "звездопады" (десятки тысяч метеоров в час). Метеоры потоков обычно наблюдаются как бы выходящими из одного места, называемого радиантом, расположенном в одном из созвездий. Тогда метеорный поток носит название созвездия, где расположен его радиант (например, радиант известного метеорного потока Персеид, находится в созвездии Персея). Метеоры, которые не группируются в потоки и показывают хаотическое расположение точек влета в атмосферу, называются спорадическими.

Активность метеорного потока выражается зенитным часовым числом (ZHR) – количеством метеоров в час. Условия видимости метеорных потоков определяются временем восхода или захода и высотой радиантов, фазами Луны и ее удалением от радиантов. Большие потоки: Квадрантиды, Персеиды, Леониды и Геминиды можно наблюдать при полной Луне, а потоки с низкой активностью лучше наблюдать в безлунные ночи. Важно проводить наблюдения метеоров не только

вблизи максимумов потоков, но и в граничные даты их действия, чтобы выяснить степень распада метеорных роев. Инструкцию по визуальным наблюдениям метеоров можно найти в выпуске нашего календаря за 2001 год, стр.203-210.

С каждым годом накапливается все больше визуальных, фотографических, телевизионных и радиолокационных наблюдений метеоров, обработка которых дает более точные сведения о характеристиках метеорного вещества, позволяет обнаружить новые метеорные потоки, более слабые, чем уже известные, определить влияние больших планет на движение метеорного вещества, в первую очередь Юпитера и Сатурна, которые своим притяжением перебрасывают отдельные метеорные рои с одной орбиты на другую, способствуют распаду метеорных потоков и образованию, тем самым, спорадических метеоров. Большой вклад в изучение метеорных потоков оказывают современные любительские наблюдения.

Действие метеорных потоков имеет разную продолжительность, и это признак размытости по орбите их вещества. Можно предполагать, что это указание на возраст потока: более размытый – более старый. Счет метеоров потока во времени может дать информацию о клочковатости потока, что также интересно для интерпретации. Отметим, что радианты метеорных потоков показывают движение во времени и являются следствием перемещений Земли и орбит метеорных потоков и достигают многих десятков градусов. Понятно, что у размытых потоков перемещения радиантов наибольшие. Эти особенности надо учитывать при любительских наблюдениях, иначе можно ошибочно открыть как бы новый метеорный поток.

В 2012 году наиболее благоприятные условия будут для наблюдений максимума слабых потоков Виргинид и κ -Цигнид, умеренных потоков Лирид и Южных δ -Аквариды и сильных потоков Персеид, Драконид, Леонид и Геминид. Последние имеют интенсивность ZHR~100 и более. Ниже мы приводим описание наиболее интересных потоков, происхождение названий потоков, средние координаты их радиантов, скорости движения метеорных частиц в атмосфере Земли, интенсивность потоков, а также условия их наблюдений с учетом фаз Луны. Их данные составлены на основании предыдущих выпусков нашего календаря и с использованием данных Интернациональной метеорной организации (ИМО – www.imo.net).

Квадрантиды. Активность 1-5 января; максимум 3 января; ZHR 120 (ZHR может изменяться от 60 до 200 метеоров в час), радиант $\alpha=15^{\text{ч}}22^{\text{м}}$; $\delta=+49^{\circ}$; $v=41.0$ км/с. Радиант всегда расположен над горизонтом и занимает площадь неба диаметром около 20° . Название потока происходит от названия созвездия Стенной Квадрант на звездных картах XIX-го века, которое находилось на границе современных созвездий Дракона, Геркулеса и Волпаса. Метеоры желто-оранжевого цвета, медленные, со следами. Может наблюдаться много болидов и ярких метеоров. Рассчитанный максимум потока подтверждается с 1996 года. Сам пик ZHR длится недолго. Условия наблюдений потока недостаточно хорошие, так как Луна находится в первой четверти (1.01.2012) и растет (полнолуние 9.01.2012).

Виргиниды. Активность 25 января – 15 апреля; максимум размыт 5-21 марта; ZHR обычно 4, но может быть до 10, радиант $\alpha=13^{\text{ч}}00^{\text{м}}$; $\delta=+04^{\circ}$; $v=30.8$ км/с. Поток назван по латинскому названию созвездия Девы (Virgo). Наблю-

даются медленные яркие метеоры и болиды. Так как метеоры потока наблюдаются на протяжении более 2-х месяцев, условия наблюдений будут разнообразными. В период максимума потока состоится полнолуние (8.03.2012), а условия для наблюдений будут с 15 по 21 марта (новолуние 22 марта).

Лириды. Активность 16-25 апреля; максимум 22 апреля; ZHR 18 (возможны всплески до 90), радиант $\alpha=18^{\text{ч}}06^{\text{м}}$; $\delta=+34^{\circ}$; $v=49.0$ км/с. Непредсказуемость активности потока в каждый отдельный год делает его интересным объектом для наблюдений. В течение ночи радиант потока набирает высоту над горизонтом, и наблюдения можно проводить с 22 часов местного времени и до конца ночи. В минувшем очень активный и известный поток. Самый сильный последний "звездопад" наблюдался в 1922 году – около 2000 метеоров в час. Сейчас его активность уменьшилась. Вероятна связь потока с кометой Зетчер, 1861/I. Метеоры небыстрые и желтоватые. Условия наблюдений благоприятны, так как новолуние состоится 21 апреля.

η -Аквариды. Активность 19 апреля – 28 мая; максимум 5 мая, ZHR 70 (переменное, около 40-85); радиант $\alpha=22^{\text{ч}}27^{\text{м}}$, $\delta=-01^{\circ}$, $v=66.0$ км/с. Этот метеорный рой, рожденный кометой Галлея (1P/Halley), открыт в 1848 году, но древние рукописи (Китай, Корея, Япония) говорят о том, что этот поток наблюдался еще в 401 году нашей эры. Радиант потока находится в созвездии Водолея (Aquarius). Метеоры яркие и быстрые, обычно с густыми и продолжительными следами. Условия наблюдений максимума активности неблагоприятны, так как 6 мая состоится полнолуние.

Боотиды. Активность 22 июня – 2 июля; максимум 27 июня; ZHR переменное; радиант $\alpha=15^{\text{ч}}20^{\text{м}}$, $\delta=+48^{\circ}$, $v=18.0$ км/с. Медленные красноватые метеоры. В 1916, 1921 и 1927 годах поток давал звездные "дожди", потом считался исчерпанным, но в 1998 году снова отмечался всплеск его активности – ZHR достигал 50-100 и продолжался более половины суток. Другая вспышка интенсивности, но с ZHR 20-50, наблюдалась 23 июня 2003 года. Такое поведение говорит о его сложной пространственной структуре и необходимости тщательных наблюдений с целью прогнозирования его активности. Условия наблюдений максимума не совсем благоприятные – во время максимума Луна будет в первой четверти, полнолуние наступает 3 июля.

α -Каприкорниды. Активность 3 июля – 15 августа, максимум 30 июля, ZHR 4, радиант $\alpha=20^{\text{ч}}36^{\text{м}}$, $\delta=-10^{\circ}$, $v=23.0$ км/с. Считается, что возраст α -Каприкорнид около 1000 лет, и что наиболее плотным поток был в 1952 году. Незначительное увеличение ZHR было отмечено в 1995 году наблюдателями ИМО. Более свежие наблюдения показывают, что максимум возможно продолжается в течение 2-х суток: 30-31 июля. Предполагается, что наиболее вероятной является связь этого потока с кометой Лекселя (1770 I). Название потока происходит от Capricornus – латинское название созвездия Козерог. Метеоры яркие, медленные, среди них много болидов. Условия наблюдений максимума плохие – Луна находится в полнолунии 2 августа.

Южные δ -Аквариды. Активность 12 июля – 19 августа, максимум активности 28 июля, ZHR 20, радиант $\alpha=22^{\text{ч}}00^{\text{м}}$, $\delta=-16^{\circ}$, $v=41.0$ км/с. Этот метеорный поток раньше делили на две ветви – δ -Аквариды-южные и δ -Аквариды-северные. Из-за слабой распознаваемости этих ветвей, по предложению ИМО

эти ветви потоков объединены в южные δ -Аквариды, что упрощает наблюдения. Наблюдаются чаще слабые, а иногда и яркие метеоры – болиды. Максимумы потока южных δ -Акварид совпадают с усилением активности метеорного потока Персеид. Условия для наблюдений потока хорошие, так как 19 июля новолуние, а 26 августа – первая четверть Луны.

к-Цигниды. Активность 3 – 25 августа, максимум 17 августа, ZHR 3, радиант $\alpha=19^{\text{ч}}04^{\text{м}}$, $\delta=+59^{\circ}$, $v=25.0$ км/с. Название потока происходит от латинского названия созвездия Лебедь (Cygnus). Метеоры медленные, часто со вспышками. Поток слабый, и его наблюдениям уделялось мало внимания. К тому же по времени он совпадает с потоком Персеид. Условия наблюдений хорошие – в максимуме действия потока Луна в новолунии.

Персеиды. Активность 17 июля – 24 августа, максимум 12 августа (11^ч30^м–14^ч00^м UT), ZHR 100, радиант $\alpha=3^{\text{ч}}05^{\text{м}}$, $\delta=+58^{\circ}$, $v=59.0$ км/с. Регулярно наблюдаемый мощный поток, известный более 1200 лет. С 1840 года наблюдается ежегодно, что впервые надежно установлено Скиапарелли в 1866 году. Персеиды – один из наиболее захватывающих и динамичных метеорных потоков со вспышками активности в 1991 и 1992 годах (ZHR 400). Вспышки активности были связаны с прохождением в 1992 году перигелия родительской кометы Персеид Свифта-Туттля (109P/Swift-Tuttle). Так как орбитальный период кометы приблизительно 130 лет, и комета удаляется, поток будет ослабевать. Поток очень удобный для наблюдений. Метеоры белые и желтые, быстрые, с яркими следами, как бы рассыпающиеся, иногда следуют друг за другом цепочкой. Наблюдения указывают на клочковатую структуру потока. Могут отмечаться звездные дожди от 70-80 метеоров в час до 1000. Предполагается, что поток имеет два максимума, и этот факт требует подтверждения новыми наблюдениями. В 2012 году новолуние 17 августа, и условия наблюдений максимума потока хорошие.

α -Ауригиды. Активность 25 августа – 8 сентября, максимум потока 1 сентября, ZHR 7. Радиант $\alpha=5^{\text{ч}}36^{\text{м}}$, $\delta=+42^{\circ}$, $v=66.0$ км/с. Поток слабо изучен, и его необходимо наблюдать, так как он, возможно, является одним из трех слабых потоков. Название потока происходит от латинского названия созвездия Возничего (Auriga). Условия для наблюдений плохие – полнолуние 31 августа.

δ -Ауригиды. Активность 18 сентября – 10 октября, максимум 29 сентября, ZHR 3. Радиант $\alpha=5^{\text{ч}}28^{\text{м}}$, $\delta=+49^{\circ}$; $v=64.0$ км/с. Поток плохо изучен, и его надо наблюдать, так как он, возможно, является одним из трех слабых потоков. Название потока происходит от латинского названия созвездия Возничего (Auriga). Условия для наблюдений неблагоприятные – полнолуние 30 сентября.

Дракониды (или Джакобини-Динера). Активность 6-10 октября; максимум 8 октября, ZHR переменное, до штормовых значений. Радиант $\alpha=17^{\text{ч}}28^{\text{м}}$, $\delta=+54^{\circ}$; $v=20.0$ км/с. Это периодический метеорный поток, который проявился наиболее активно в виде метеорных "дождей" в 1933 и 1946 годах (10000 метеоров в час). Метеоры потока медленные и достаточно яркие, имеют красноватый цвет, что позволяет отделить подлинные метеоры потока от спорадических; радиант не заходит. Метеорный поток связан с кометой-прародительницей Джакобини-Динера (21P/Giacobini-Zinner), во время прохождения перигелия которой в ноябре 1998 и в июле 2005 года наблюдалась повышенная активность потока. Его орбитальный период в настоящее время приблизительно

но 6.6 лет. Метеорный рой достаточно молодой и занимает на орбите небольшой объем вблизи самой кометы. Условия для наблюдений благоприятные, так как новолуние состоится 15 октября.

Ориониды. Активность 2 октября – 7 ноября; максимум 21 октября; ZHR 30, радиант: $\alpha=6^{\text{h}}20^{\text{m}}$, $\delta=+16^{\circ}$; $v=66.0$ км/с. Родоначальницей этого потока является комета Галлея (1P/Halley). Подозреваемая в начале XX века 12-летняя периодичность в повышении активности Орионид частично подтверждается, что предполагает небольшое увеличение активности. Ориониды всегда отличались наличием подмаксимумов, которые сопутствуют основному пику. Метеоры длинные, быстрые, ярко-белые, оставляют на небе хорошо заметные следы. Радиант находится всю ночь над горизонтом, поднимаясь в вечерние часы в область зенита. Условия для наблюдений максимума не совсем благоприятные – Луна в первой четверти, а полнолуние состоится 29 октября.

Леониды. Активность 10-21 ноября; максимум 17 ноября; ZHR переменное от 20 до 100, радиант $\alpha=10^{\text{h}}12^{\text{m}}$, $\delta=+22^{\circ}$; $v=71.0$ км/с. Метеоры очень быстрые, а сам поток знаменит метеорными дождями, происходящими раз в 33 года, при возвращении к Солнцу кометы Темпеля-Туттля (55P). Вспышки активности и метеорные дожди Леонид происходили 1998 (ZHR 350+), 1999 (ZHR 3700), 2000 (ZHR 480), 2001 (ZHR 3700+), 2002 (ZHR 3000) годах. Метеорный поток Леонид явился основанием для введения в обиход понятия радиант и названий метеорных потоков по созвездию, в котором находится его радиант. Условия наблюдения максимума благоприятные – новолуние 14 ноября.

α -Моноцеротиды. Активность 15-25 ноября; максимум 21 ноября, ZHR переменное, обычно около 5, но может производить вспышки до более 400, радиант $\alpha=7^{\text{h}}48^{\text{m}}$, $\delta=+01^{\circ}$, $v=65.0$ км/с. Метеорный поток мало изучен, слабый, но с периодическими всплесками активности, зафиксированными многими наблюдателями. Самая последняя вспышка активности α -Моноцеротид произошла в 1995 году, максимальное ZHR ~ 420 продолжалось тогда только пять минут, в то время как полная продолжительность всплеска составляла 30 минут. Моделирование показало, что поток будет иметь всплеск активности в ноябре 2019 года. Название произошло от расположения радианта в созвездии Единорога (латинское название Monoceros). Условия наблюдений не совсем благоприятные – первая четверть Луны 20, а полнолуние 28 ноября.

Геминиды. Активность 7-17 декабря; максимум 14 декабря; ZHR 120, радиант $\alpha=7^{\text{h}}28^{\text{m}}$, $\delta=+33^{\circ}$; $v=35.0$ км/с. Самый красивый поток с большим количеством не быстрых и очень ярких метеоров, много болидов. Предполагается, что родительским телом роя является малая планета 3200 Фазтон, открытая в 1983 году (1983 TB). Частицы роя подходят достаточно близко к Солнцу, размеры орбиты роя небольшие (большая полуось 1.4 а.е.). Впервые поток наблюдался в 1862 году одновременно в Англии и США. Радиант находится в созвездии Близнецов (латинское название – Gemini). Условия для наблюдений действия потока хорошие – новолуние 13 декабря.

Урсиды. Активность 17-26 декабря; максимум 22 декабря, ZHR 10, радиант $\alpha=14^{\text{h}}28^{\text{m}}$, $\delta=+76^{\circ}$; $v=33.0$ км/с. Ранее метеорный поток давал ZHR 170, сейчас их отмечается гораздо меньше. Метеорный рой связан с кометой Туттля 1939 X (8P/Tuttle). Известны две вспышки активности в 60 годах XIX столетия, а также

в 1945 и 1986 годах, и повышение активности в 1988, 1994 и 2000 годах. Радиант все время над горизонтом в созвездии Малой Медведицы (по-латыни *Ursa Minor*). Условия наблюдений максимума не совсем благоприятные – первая четверть Луны 20-го, а фаза полной Луны – 28 декабря 2012 года.

Из описанных выше метеорных потоков значительный интерес представляют потоки Виргинид, Южных δ -Акварид, κ -Цигнид, α - и δ -Ауригид и α -Моноцеротид, для которых неизвестны родительские тела, породившие эти потоки. Среди других, не указанных в очерке метеорных потоков, есть такие, которые имеют $ZHR \sim 2-3$, и наблюдения которых весьма трудны (полный список смотри на сайте IMO Meteor Shower Calendar 2012). Кроме этого, на наших широтах, к сожалению, нельзя наблюдать потоки метеоров α -Центаурид ($ZHR=6$), γ -Нормид ($ZHR=6$), π -Пуппид (переменно), Фениксид (переменно) и Пуппид/Велид ($ZHR=10$), радианты которых расположены на недоступных нам отрицательных склонениях (от -45° до -59°).

Данные о некоторых наиболее известных метеорных потоках приведены в таблице.

Алла Кирилловна Маркина в 1959 году, после окончания Одесского гидрометеорологического института по специальности «синоптик-аэролог», стала работать в группе метеорной астрономии Одесской астрономической обсерватории, где трудилась около 50 лет.



Алла Кирилловна Маркина
(6.07.1936 – 29.07.2011)

А.К.Маркина участвовала во всех наблюдениях на метеорных патрулях. Она измерила более половины всех изображений базисных метеоров, опубликованных во всех одесских каталогах метеорных орбит (порядка 450 метеоров), причем многие перемеряла многократно. Она также вела отождествление метеоров, поиск базисных, распределяла материалы для обработки, выдавала вычислителям задания, проверяла их и компоновала результаты в каталоги. Кроме того, отбирала изображения метеоров со вспышками, а также метеоры, обладавшие высокими скоростями. Речь идет об условно названных «межзвездных» метеорах, которые показывают гиперболические скорости. Многократные повторные измерения А.К.Маркиной изображений этих метеоров и повторные вычисления их орбит убедили ее в реальности существования этого класса метеорных частиц.

А. К. Маркина была постоянным автором Одесского астрономического Календаря. В этом выпуске публикуется ее последняя статья.

Алла Кирилловна была не только профессионалом высокого класса, но и замечательным человеком. Все, кто был с ней знаком, будут помнить ее доброжелательность, участливость, скромность и остроумие.

Редколлегия

Основные метеорные потоки

Название потока	Период активности	Дата максимума	α радианта (ч м)	δ радианта (град.)	v км/с	ZHR	Родительское тело
Квадрантиды	01.01-05.01	03.01	15ч22м	+49°	41.0	120+	Комета 1939 I
Виргиниды	25.01-15.04	05.03-21.03	13 00	+04	30.8	4+	?
Лириды	16.04-25.04	22.04	18 06	+34	49.0	18+	Комета 1861 I Зетчер
η -Аквариды	19.04-28.05	05.05	22 27	-01	66.0	70+	Комета 1P/Галлея
Боотиды	22.06-02.07	27.06	15 20	+48	18.0	Пер.	Комета 7P/Понса-Виннеке
α -Каприкорниды	03.07-15.08	30.07	20 36	-10	23.0	4	Комета 1770 I Лекселя
Южные δ -Аквариды	12.07-19.08	28.07	22 00	-16	41.0	20	
κ -Цигниды	03.08-25.08	17.08	19 04	+59	25.0	3	
Персеиды	17.07-24.08	12.08	03 05	+58	59.0	100	Комета Свифта-Туттля
α -Ауригиды	25.08-08.09	01.09	05 36	+42	66.0	7	
δ -Ауригиды	18.09-10.10	29.09	05 28	+49	64.0	3	
Дракониды	06.10-10.10	08.10	17 28	+54	20.0	Пер.	Комета Джакобини-Циннера
Ориониды	02.10-07.11	21.10	06 20	+16	66.0	30	Комета Галлея
Леониды	10.11-21.11	17.11	10 12	+22	71.0	100+	Комета Темпеля-Туттля
α Моноцеротиды	15.11-25.11	21.11	07 48	+01	65.0	Пер.	?
Геминиды	07.12-17.12	14.12	07 28	+33	35.0	120	3200 Фазтон
Урсиды	17.12-26.12	22.12	14 28	+76	33.0	10	Комета 1939 X Туттля

ЯРКИЕ ЗВЕЗДЫ И ИХ ВИДИМЫЕ МЕСТА

Звезды – это газовые шары. Вся газообразная масса звезды удерживается общим притяжением к ее центру. Верхние слои сжимают своим весом более глубокие, и по мере увеличения глубины залегания слоя сжатие возрастает. В недрах звезд давление достигает сотен миллиардов атмосфер, в связи с чем и плотность вещества в звездных глубинах весьма велика: в центре Солнца она составляет 150 граммов в кубическом сантиметре!

Температура поверхности большинства звезд лежит в пределах 3000–50000 К, для Солнца она близка к 5800 К. В недрах звезд она гораздо выше и в центральной зоне достигает десятков млн. градусов. В результате высокой температуры вещество звезд газообразное, а в его недрах атомы химических элементов “расщеплены” на атомные ядра и свободно движущиеся электроны. Это способствует протеканию в звездных недрах термоядерных реакций, при которых водород превращается в гелий с выделением ядерной энергии. Эта энергия постепенно «просачивается» и охлаждается сквозь непрозрачное звездное вещество во внешние слои и отсюда излучается в мировое пространство.

Видимая поверхность звезд – фотосфера – посылает в пространство излучение всего непрерывного спектра. Фотосфера является нижней частью атмосферы звезды. Производя анализ звездного спектра, содержащего тысячи линий поглощения, образующихся в атмосфере, мы устанавливаем химический состав атмосфер звезд. В спектре Солнца, например, найдено присутствие спектральных линий более 70 химических элементов.

Ближайшая к нам звезда – Солнце. Оно огромно как по размерам, так и по массе. Его диаметр в 109 раз превосходит диаметр Земли, а объем – в 1300000 раз. Масса Солнца в 333000 раз больше массы Земли, и потому средняя плотность вещества равна $1,4 \text{ г/см}^3$, что почти в четыре раза меньше средней плотности Земли. Солнце относится к так называемым карликам или звездам Главной последовательности. Однако есть звезды, значительно большие по размерам, чем наше Солнце – это гиганты и сверхгиганты. Они могут в тысячи раз превосходить по размерам наше Солнце. Есть и звезды, значительно меньшие по размерам, чем Солнце – белые карлики (размером с Землю), нейтронные звезды (еще в тысячу раз меньше!).

Прежде всего надо понять, что звезды, за редчайшим исключением, наблюдаются как “точечные” источники излучения. Это означает, что их угловые размеры очень малы. Даже в самые большие телескопы нельзя увидеть звезды в виде «реальных» дисков. Подчеркиваем слово «реальных», так как благодаря чисто инструментальным эффектам, а главным образом неспокойствию атмосферы, в фокальной плоскости телескопов получается «ложное» изображение звезды в виде диска. Угловые размеры этого диска редко бывают меньше одной секунды дуги, между тем как даже для ближайших звезд они должны быть меньше одной сотой доли секунды дуги.

Итак, звезда даже в самый большой телескоп не может быть, как говорят астрономы, «разрешена». Это означает, что мы можем измерять только потоки излучения от звезд в разных спектральных участках. Мерой величины потока является звездная величина. Понятие звездной величины введено еще в

античности Гиппархом: тогда самые яркие звезды называли звездами первой величины, а самые слабые из видимых – шестой. С помощью фотометров удается определять звездные величины с точностью до тысячных долей. Самая яркая звезда всего неба – Сириус (α Большого Пса) имеет видимую звездную величину $V = -1.46^m$ (m – magnitude, величина).

Светимость определяется, если известны видимая величина и расстояние до звезды. Если для определения видимой величины астрономия располагает вполне надежными методами, то расстояние до звезд определить не так просто. Для сравнительно близких звезд, удаленных на расстояние, не превышающее нескольких десятков световых лет, расстояние определяется известным еще с 19 века тригонометрическим методом, заключающимся в измерении ничтожно малых угловых смещений звезд при их наблюдении с разных точек земной орбиты, то есть в разное время года. Этот метод имеет довольно большую точность и достаточно надежен. Однако для большинства других более удаленных звезд он уже не годится: слишком малые смещения положения звезд надо измерять – меньше одной сотой доли секунды дуги! На помощь приходят другие методы, значительно менее точные, но, тем не менее, достаточно надежные. В ряде случаев абсолютную величину звезд можно определить и непосредственно, без измерения расстояния до них, по некоторым наблюдаемым особенностям их излучения. Самые большие светимости имеют сверхгиганты – тысячи и десятки тысяч светимостей Солнца, наименьшие – красные и белые карлики, их светимость в сотни и тысячи раз меньше светимости Солнца.

Например, звезда S Золотой Рыбы в Большом Магеллановом Облаке (эта карликовая галактика – спутник нашей Галактики) очень слабая – 8-й звездной величины. Это значит, что ее не видно невооруженным глазом. Расстояние до Большого Магелланова Облака примерно 170 тыс. световых лет. Если приблизить S Золотой Рыбы на расстояние Сириуса, тогда звезда S Золотой Рыбы будет светить как Луна в первой четверти. А если бы звезда S Золотой Рыбы находилась от нас на таком же расстоянии, как самая близкая к нам звезда альфа Центавра, то она светила бы с мощностью пяти полных лун. На Земле просто не было бы ночей! Светимость S Золотой Рыбы примерно в миллион раз превышает светимость Солнца, а ее масса в 60 раз превосходит массу Солнца. Она долгие годы являлась самой яркой из известных нам звезд. В 2004 году была открыта самая яркая известная звезда – LBV 1806-20 – ярко-голубая звезда-гипергигант, расположенная на расстоянии примерно 45 тысяч световых лет от Земли. Несмотря на столь чудовищную светимость, звезда не видна в Солнечной системе, так как менее чем одна миллиардная часть её излучения достигает нас, остальное поглощается облаками газа и пыли. В инфракрасных лучах звезда имеет восьмую звездную величину, но в видимом спектре этот блеск равен 35-ой звездной величине. Светимость звезды (она превышает солнечную в 40 миллионов раз) такова, что она попросту нарушает современные законы физики. Одна из тайн, связанных с LBV 1806-20, – это то, как ей вообще удалось стать настолько большой. Теория звездообразования говорит о том, что звезда может иметь массу не более 120 масс Солнца, но эта звезда имеет массу, даже по самым скромным оценкам, в 130 масс Солнца. Некоторые исследователи дают звезде 150 или даже 200 масс Солнца.

Нагрев и давление раскаленного ядра такой звезды должны были бы ее попросту разорвать. Такие относительно редкие, массивные звезды по астрономическим понятиям недолговечны. Возраст LBV оценивается в менее чем 2 миллиона лет, ведь чем звезда массивнее, тем интенсивнее она сжигает свое ядерное топливо (наше Солнце, как известно, существует уже около 5 миллиардов лет, и считается, что это только половина отпущенного ему срока).

Исключительно богатую информацию дает изучение спектров звезд. Уже давно спектры подавляющего большинства звезд разделены на классы. Последовательность спектральных классов обозначается буквами O, B, A, F, G, K, M. Существующая система классификации звездных спектров настолько точна, что позволяет определить спектр с точностью до одной десятой класса. Например, часть последовательности звездных спектров между классами B и A обозначается как B0, B1 . . . B9, A0 и так далее.

Спектр звезд в первом приближении похож на спектр излучающего “черного” тела с некоторой температурой T. Эти температуры плавно меняются от 40-50 тысяч градусов у звезд спектрального класса O до 3000 градусов у звезд спектрального класса M. В соответствии с этим основная часть излучения звезд спектральных классов O и B приходится на ультрафиолетовую часть спектра, недоступную для наблюдения с поверхности Земли. Однако в последние десятилетия были запущены специализированные искусственные спутники Земли; на их борту были установлены телескопы, с помощью которых оказалось возможным исследовать и ультрафиолетовое излучение.

К спектральному классу добавляется информация о классе светимости звезды (I – это сверхгиганты, II-III – гиганты, IV – субгиганты, V – звезды-карлики, VI – субкарлики и VII – белые карлики) и другие особенности спектра (маленькими буквами: пекулярность – p, двойственность a – яркий компонент, b – слабый компонент, переменность – v, наличие линий излучения – e и др.). Характерной особенностью звездных спектров является еще наличие у них огромного количества линий поглощения, принадлежащих различным элементам. Тонкий анализ этих линий позволил получить особенно ценную информацию о природе наружных слоев звезд.

Химический состав наружных слоев звезд, откуда к нам «непосредственно» приходит их излучение, характеризуется полным преобладанием водорода. На втором месте находится гелий, а обилие остальных элементов достаточно невелико. Приблизительно на каждые десять тысяч атомов водорода приходится тысячи атомов гелия, около 10 атомов кислорода, немного меньше углерода и азота и всего лишь один атом железа. Обилие остальных элементов совершенно ничтожно. Без преувеличения можно сказать, что наружные слои звезд – это гигантские водородно-гелиевые плазмы с небольшой примесью более тяжелых элементов.

Хорошим индикатором температуры наружных слоев звезды является ее цвет. Горячие звезды спектральных классов O и B имеют голубой цвет; звезды, сходные с нашим Солнцем (спектральный класс которого G2V), представляются желтыми, звезды же спектральных классов K и M – красные. В астрофизике имеется тщательно разработанная и вполне объективная система цветов. Она основана на сравнении наблюдаемых звездных величин, полученных через раз-

личные строго эталонированные светофильтры. Количественно цвет звезд характеризуется разностью двух величин, полученных через два фильтра, один из которых пропускает преимущественно синие лучи (“*B*”), а другой имеет кривую спектральной чувствительности, сходную с человеческим глазом (“*V*”). Техника измерений цвета звезд настолько высока, что по измеренному значению *B-V* можно определить спектр звезды с точностью до подкласса.

Для слабых звезд, для которых трудно получить спектрограммы, анализ цветов – единственная возможность их спектральной классификации. Используются и другие показатели цвета. Разница звездных величин, например, между ультрафиолетовой (“*U*”) и синей областями спектра обозначается *U-B*.

Знание спектрального класса или цвета звезды сразу же дает температуру ее поверхности. Так как звезды излучают приблизительно как абсолютно черные тела соответствующей температуры, то мощность, излученная единицей их поверхности, определяется из закона Стефана-Больцмана $F = \sigma T^4$, где $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²К⁴). А мощность излучения всей поверхности звезды, или ее светимость, очевидно, будет равна $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$, где *R* – радиус звезды. Таким образом, для определения радиуса звезды надо знать ее светимость и температуру поверхности.

Нам остается определить еще одну, едва ли не самую важную характеристику звезды – ее массу. Надо сказать, что это сделать не так-то просто. А главное, существует не так уж много звезд, для которых имеются надежные определения их масс. Последние легче всего определить, если звезды образуют двойную систему, для которой большая полуось орбиты *a* и период обращения *P* известны. В этом случае массы определяются из третьего закона Кеплера, который может быть записан в следующем виде:

$$\frac{a^3}{P^2(M_1 + M_2)} = \frac{G}{4\pi^2},$$

здесь *M*₁ и *M*₂ – массы компонент системы, *G* – постоянная в законе всемирного тяготения Ньютона.

Уравнение дает сумму масс компонент системы. Если к тому же известно отношение орбитальных скоростей, то их массы можно определить отдельно. К сожалению, только для сравнительно небольшого количества двойных систем можно таким образом определить массу каждой из звезд.

В сущности говоря, астрономия не располагала и не располагает в настоящее время методом прямого и независимого определения массы изолированной звезды (то есть не входящей в состав кратных систем). И это достаточно серьезный недостаток нашей науки о Вселенной. Если бы такой метод существовал, прогресс наших знаний был бы значительно более быстрым. В такой ситуации астрономы молчаливо принимают, что звезды с одинаковой светимостью и цветом имеют одинаковые массы. Но утверждение, что одиночная звезда с той же светимостью и цветом имеет такую же массу, как и ее «сестра», входящая в состав двойной системы, всегда следует принимать с некоторой осторожностью.

Итак, современная астрономия располагает методами определения основных звездных характеристик: светимости, поверхностной температуры (цвета), радиуса, химического состава и массы. Возникает важный вопрос: являются ли

эти характеристики независимыми? Оказывается, нет. Давно уже была обнаружена зависимость между светимостью звезд и их спектральным классом (или, что фактически одно и то же, – цветом). Эту зависимость эмпирически установили (независимо) на большом статистическом материале еще в начале XX столетия выдающиеся астрономы датчанин Герцшпрунг и американец Рессел.

В 1905 году Эйнар Герцшпрунг (1873-1967) первый построил диаграмму «видимая звездная величина – показатель цвета» для двух ближайших рассеянных скоплений Гиад и Плеяд и при этом указал на существование звезд-гигантов и звезд-карликов. Действительно, оказалось, что звезды-гиганты имеют более узкие спектральные линии, чем карлики. В 1913 году Генри Норрис Рессел (1877-1957) построил диаграмму «абсолютная звездная величина – спектральный класс» для звезд с известными параллаксами. В настоящее время эта диаграмма называется диаграммой Герцшпрунга-Рессела (ГР). Обе диаграммы отображают то, что имеется соотношение между полным количеством излучаемой звездой энергии и ее поверхностной температурой. Пустоты на диаграмме означают запрет на это соотношение или же на короткую стадию эволюции.

Еще Рессел в 1913 году предложил эволюционную интерпретацию диаграммы ГР. Тогда считалось, что единственно возможным источником энергии звезд является гравитационное сжатие. Это означает, что при эволюции звезды происходит ее сжатие, и при этом выделяется гравитационная энергия, которая преобразуется в тепловую, а затем в энергию излучения. Самыми молодыми звездами тогда считались звезды-гиганты и сверхгиганты спектрального класса М. При сжатии происходит ее нагрев, и звезда на диаграмме ГР движется справа налево, то есть проходит стадии оранжевого, желтого и белого гигантов, а затем из левого верхнего угла в правый нижний по мере остывания, звезда превращается в белого, желтого и красного карликов (вдоль ГП, на которой располагается большинство звезд). На самом деле, как выяснилось позже, эволюция звезды значительно сложнее и идет от звезд-карликов к гигантам.

Несколько слов об обозначениях и собственных именах звезд. Наиболее яркие звезды обозначаются буквами греческого алфавита - от альфа до омеги в порядке убывания блеска. Этот порядок нередко нарушается. Причина этих нарушений не вполне понятна. Есть предположение, что во время наименования звезд (примерно 1600 год) некоторые из них имели другой блеск. Для самых ярких звезд, а для некоторых случаев и для более слабых звезд, имеются собственные имена, как правило, арабские. Многообразие обозначений звезд и других объектов звездного неба очень велико и оно определяется множеством каталогов. Все права на наименование звезд и других объектов в космосе отданы Международному Астрономическому Союзу.

Одним из важнейших открытий последнего десятилетия XX века было открытие планет у близких звезд, их называют экзопланетами (греческая приставка «экзо» означает «вне», «снаружи»); альтернативный термин – внесолнечная планета. Впервые такие планеты были обнаружены косвенно в 1990-х годах по слабому «покачиванию» звезд, вокруг которых они обращаются. К середине 2001 планетные системы были открыты у 58 близких к Солнцу звезд и двух радиопульсаров. Поскольку почти одновременно с открытием экзопланет астрономы обнаружили звездобразные объекты сверхмалой массы – ко-

ричевые карлики, – возникла необходимость провести четкую границу между звездами и планетами. Сейчас считается общепринятым, что планета – это объект, в котором за всю его историю реакции ядерного синтеза не происходят ни в каком виде. Как показывают расчеты, при формировании космических объектов нормального (солнечного) химического состава с массой более 13 масс Юпитера в конце этапа их гравитационного сжатия температура в центре достигает нескольких миллионов кельвинов, что приводит к развитию термоядерной реакции с участием дейтерия – тяжелого изотопа водорода, наиболее легко вступающего в реакцию ядерного синтеза. При меньших массах объектов ядерные реакции в них не происходят. Поэтому массу в 13 $M_{\text{Ю}}$ считают максимальной массой планеты; объекты с массами от 13 до 70 $M_{\text{Ю}}$ называют «коричневыми карликами», а еще более массивные – «звездами».

Впервые фотографии экзопланет были получены в ноябре 2008 года сразу двумя группами исследователей. Первая группа обнаружила сразу три планеты, вращающиеся вокруг звезды HR 8799 на расстоянии 140 световых лет от Земли в созвездии Пегаса. Другая группа нашла планету около Фомальгаута – наиболее яркой звезды созвездия Южной Рыбы на расстоянии 25 световых лет от Земли. К настоящему времени обнаружены уже сотни экзопланет. У звезды 55 Сnc (G8 V) обнаружено 5 экзопланет, она находится на расстоянии 44 световых лет. У ϵ Eri (K2 V) нашли два пояса астероидов и одну планету.

Земля вращается вокруг своей оси, которая направлена почти точно на довольно-таки яркую звезду – Полярную. Если Вы пойдете в направлении этой звезды, Вы непременно попадете на Северный Полнос. Поэтому эта звезда получила название – Полярной. В списке ярких звезд нашей таблицы 1 Вы ее найдете под этим именем. Полярную легко найти по всем известному созвездию Большой Медведицы в виде ковша, которое в наших широтах видно на протяжении всего года. В конце календаря приведены карты звездного неба, которые позволяют легко найти все основные созвездия.

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 66,5°). Вспомните или посмотрите как движется ось вращения у юлы. Ось юлы описывает конусообразное движение. Подобным образом, очень медленно, движется и земная ось (полный оборот происходит примерно за 26000 лет). Это стало известно благодаря Гиппарху. Ось вращения Земли была в направлении звезды α Dra около 5000 лет, β UMi около 3000 лет тому назад. Через 12000 лет Северный полюс мира будет находиться вблизи α Лиры (α Lyr). Для нас важно, что в результате прецессии происходит движение точки весеннего равноденствия и, следовательно, меняются экваториальные координаты всех звезд. Кроме того, в результате прецессии медленно изменяется вид звездного неба.

В таблице 1 даны координаты звезд до 3 звездной величины (прямое восхождение – α_{2000} и склонение – δ_{2000}) на 2000 год до склонения -30°. Также приведены звездные величины, показатели цвета, расстояния до звезд в световых годах - г, их спектральные классы и классы светимости, а также особенности спектра.

**Список ярких звезд
с их фотометрическими спектральными характеристиками**

Имя звезды	Название звезды	α	(2000.0)	δ	V	B-V	U-B	r	Спектр
Сих	γ Cas	0° 06' 42.5"	60° 43' 00"	2.47	-0.15	-0.08	650	B0IVe	
Сиррах	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	K0IIa	
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	M0IIa	
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	M1.5IIa	
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	G5IIe+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	
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	K0IIb	
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	K0IIa	
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	A0V	

Имя звезды	Название звезды	α	(2000.0)	δ	V	B-V	U-B	r	Спектр
Крац	β Crv	12 34 23.2	-23 23 48	2.65	0.89	0.44	172	G5III	
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	G7IIa	
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	K3IIa	
Каус Бореалис	λ Sgr	18 27 58.2	-25 25 18	2.81	1.04	0.56	84	K1IIb	
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	
Редз	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	

**Таблица видимых положений
16 наиболее ярких навигационных звезд**

Данные о видимых положениях необходимы для любителей астрономии, морского туризма и участников спортивных регат, желающих определять свое местонахождение. Видимые координаты звезд (α и δ) даны на 2012 год через 10 суток. Интерполирование позволяет определить их на любой день года.

		Альдебаран (α Tau) +0.87 ^m		Ригель (β Ori) +0.18 ^m		Капелла (α Aur) +0.08 ^m		Бетельгейзе (α Ori) +0.40 ^m	
Дата		В 0ч всемирного времени							
2012		α 4ч36м	δ +16°31'	α 5ч15м	δ -8°11'	α 5ч17м	δ +46°00'	α 5ч55м	δ +7°24'
Янв.	5	39°039	57"18	09°022	22"95	37°545	35"01	51°778	25"27
	25	38°940	55"73	09°127	25"46	38°013	31"43	51°831	22"92
Февр.	5	38°833	55"19	09°006	26"54	37°852	30"73	51°751	21"75
	25	38°500	53"66	08°689	27"56	37°411	29"80	51°486	20"51
Март	5	38°349	53"18	08°535	27"86	37°199	29"30	51°348	20"08
	25	37°977	52"39	08°145	27"92	36°654	28"26	50°969	19"72
Апр.	5	37°442	52"28	07°967	27"52	36°407	27"84	50°787	19"91
	25	37°622	52"18	07°699	26"57	36°044	26"96	50°495	20"43
Май	5	37°575	52"55	07°611	25"63	37°100	27"68	50°445	25"44
	25	37°667	53"63	07°597	23"52	35°931	26"82	50°333	22"75
Июнь	5	37°782	54"49	07°652	22"15	36°020	30"13	50°361	23"86
	25	38°125	56"81	07°883	19"07	36°367	28"17	50°542	26"50
Июль	5	38°365	57"95	08°065	17"68	36°637	28"74	50°702	27"68
	25	38°861	60"61	08°469	14"69	37°222	30"46	51°060	30"40
Авг.	5	39°202	62"07	08°761	13"25	37°646	31"46	51°335	31"70
	25	39°795	64"16	09°292	11"43	38°412	33"01	51°842	33"42
Сент.	5	40°124	65"23	09°599	10"68	38°854	33"92	52°144	34"17
	25	40°957	66"62	10°413	10"69	40°031	35"41	52°981	34"31
Окт.	5	40°976	66"53	10°424	10"77	40°053	35"26	52°995	34"18
	25	41°514	66"49	10°971	12"19	40°855	35"60	53°596	32"87
Нояб.	5	41°748	65"91	11°216	13"57	41°221	35"33	53°880	31"56
	25	42°085	64"65	11°585	16"32	41°777	34"75	54°336	28"90
Дек.	5	42°226	63"89	11°741	17"82	42°018	34"33	54°544	27"40
	25	42°346	62"04	11°900	20"93	42°276	33"22	54°805	24"26
		Сириус (α CMa) -1.44 ^m		Кастор (α Gem) +1.5 ^m		Прокцион (α CMi) +0.40 ^m		Поллукс (β Gem) +1.16 ^m	
Дата		В 0ч всемирного времени							
2012		α 6ч45м	δ -16°44'	α 7ч35м	δ +31°51'	α 7ч39м	δ +5°11'	α 7ч46м	δ +27°59'
Янв.	5	43°008	05"09	24°727	27"98	58°209	27"41	05°665	33"86
	25	43°104	07"55	25°014	24"62	58°452	24"27	05°964	30"36
Февр.	5	43°046	08"85	25°032	23"31	58°468	22"78	05°993	28"99
	25	42°804	10"40	24°893	22"38	58°348	21"16	05°880	27"96
Март	5	42°665	11"05	24°786	22"27	58°256	20"61	05°784	27"81
	25	42°269	11"94	24°410	23"09	57°937	20"20	05°434	28"58
Апр.	5	42°060	12"14	24°201	24"01	57°758	20"34	05°236	29"47
	25	41°698	12"38	23°802	26"03	57°420	20"89	04°852	31"48
Май	5	41°657	12"68	23°625	27"15	57°267	21"61	04°679	32"92
	25	41°373	11"38	23°410	30"23	57°079	23"02	04°461	35"67
Июнь	5	41°331	10"74	23°340	31"85	56°016	24"01	04°386	37"30
	25	41°378	08"94	23°352	35"01	57°012	26"28	04°378	40"48
Июль	5	41°471	08"13	23°431	36"26	57°073	27"23	04°444	41"73
	25	41°711	05"98	23°646	38"83	57°238	29"53	04°627	44"31
Авг.	5	41°926	04"94	23°865	39"72	57°414	30"49	04°826	45"23
	25	42°354	03"44	24°294	40"49	57°767	31"72	05°217	46"03
Сент.	5	42°627	02"71	24°583	40"51	58°005	32"17	05°485	46"05
	25	43°441	02"30	25°475	38"11	58°755	31"47	06°325	43"67
Окт.	5	43°448	02"51	25°775	34"70	58°767	31"26	06°338	43"53
	25	44°066	03"53	26°222	34"49	59°389	29"14	07°041	39"98
Нояб.	5	44°373	04"66	26°600	31"99	59°713	27"40	07°405	37"47
	25	44°882	07"01	27°271	27"18	60°289	23"86	08°061	32"57
Дек.	5	45°116	08"41	27°604	24"58	60°574	21"84	08°389	29"96
	25	45°439	11"38	28°119	19"72	61°017	17"79	08°903	24"98

	Регул (α Leo) +1.36 ^m		Спика (α Vir) +4.78 ^m		Арктур (α Boo) -0.05 ^m		Антарес (α Sco) +1.3 ^m +2.4 ^m	
Дата	В 0ч всемирного времени							
2012	α	δ	α	δ	α	δ	α	δ
	10ч09м	+11°54'	13ч25м	-11°13'	14ч16м	+19°06'	16ч30м	-26°27'
Янв. 5	02° 575	15".22	50° 541	29".91	11° 971	66".42	08° 776	24".93
25	03° 095	10".82	50° 221	31".33	13° 600	55".87	09° 400	27".48
Февр. 5	03° 277	09".08	51° 556	33".95	13° 941	54".13	09° 765	28".77
25	03° 455	07".30	52° 070	35".95	14° 520	52".14	10° 431	31".26
Март 5	03° 485	06".88	52° 275	37".13	14° 758	51".88	10° 771	32".15
25	03° 391	07".23	52° 584	39".08	15° 097	52".48	11° 359	33".63
Апр. 5	03° 303	07".87	52° 712	40".01	15° 323	53".91	11° 689	34".24
25	03° 057	09".67	52° 831	41".00	15° 509	57".05	12° 200	34".43
Май 5	02° 915	10".95	52° 823	41".78	15° 549	58".85	12° 404	34".46
25	02° 676	13".37	52° 740	41".74	15° 573	62".59	12° 780	33".96
Июнь 5	02° 545	14".83	52° 754	41".71	15° 522	64".69	12° 908	33".49
25	02° 366	17".50	52° 605	41".63	15° 376	67".89	13° 032	32".27
Июль 5	02° 314	18".54	52° 518	41".44	15° 277	69".25	13° 049	32".12
25	02° 224	20".71	52° 255	40".64	14° 989	71".33	12° 901	31".04
Авг. 5	02° 250	21".35	52° 141	40".29	14° 842	71".82	12° 799	30".45
25	02° 326	21".97	51° 896	39".17	14° 518	72".13	12° 470	29".06
Сент. 5	02° 423	21".86	51° 786	38".65	14° 360	71".60	12° 265	28".49
25	02° 860	19".43	51° 638	37".44	14° 510	70".58	11° 699	26".87
Окт. 5	02° 877	19".27	51° 672	37".59	14° 068	68".30	11° 750	26".83
25	03° 381	15".60	51° 805	37".70	14° 060	64".08	11° 522	26".29
Нояб. 5	03° 682	13".10	51° 946	37".96	14° 114	61".52	12° 444	28".47
25	04° 299	07".98	52° 343	39".28	14° 393	63".97	11° 515	26".45
Дек. 5	04° 643	05".12	52° 624	40".40	14° 617	66".98	11° 648	26".98
25	05° 272	00".36	53° 232	42".96	15° 143	72".71	12° 023	28".47

	Вега (α Lyr) +0.03 ^m		Альтаир (α Aql) +0.76 ^m		Денеб (α Cyg) +1.25 ^m		Фомальгаут (α PsA) +1.17 ^m	
Дата	В 0ч всемирного времени							
2012	α	δ	α	δ	α	δ	α	δ
	18ч37м	+38°47'	19ч51м	+8°54'	20ч41м	+45°19'	22ч58м	-29°33'
Янв. 5	19° 712	48".49	21° 806	08".56	49° 615	42".02	18° 962	36".08
25	19° 999	46".81	21° 986	06".71	49° 574	42".53	18° 818	38".65
Февр. 5	20° 237	45".98	22° 137	05".80	49° 645	42".16	18° 761	39".26
25	20° 771	44".28	22° 499	04".15	49° 917	40".31	18° 764	38".89
Март 5	21° 053	43".82	22° 706	03".77	50° 114	39".31	18° 816	37".93
25	21° 701	43".16	23° 195	03".42	50° 650	36".60	19° 009	34".52
Апр. 5	22° 068	43".09	23° 510	03".66	51° 014	35".10	19° 205	31".70
25	22° 736	43".86	24° 092	05".13	51° 746	32".76	19° 643	25".46
Май 5	23° 033	44".30	24° 378	06".02	52° 113	31".61	19° 913	22".01
25	23° 578	45".93	24° 969	08".70	52° 876	30".25	19° 913	14".34
Июнь 5	23° 806	46".95	25° 251	10".34	53° 252	29".80	20° 931	10".22
25	24° 091	48".64	25° 688	13".20	53° 827	29".43	21° 623	03".50
Июль 5	24° 168	49".68	25° 864	14".83	54° 063	29".78	21° 963	00".12
25	24° 134	51".28	26° 047	17".39	54° 329	30".61	22° 521	04".51
Авг. 5	24° 051	52".16	26° 101	18".77	54° 400	31".62	22° 800	06".40
25	23° 731	53".72	26° 022	20".90	54° 328	34".03	23° 114	07".89
Сент. 5	23° 495	54".30	25° 914	21".68	54° 193	35".57	23° 214	07".70
25	22° 716	55".72	25° 437	23".10	53° 565	40".03	23° 175	04".01
Окт. 5	22° 756	55".89	25° 481	23".33	53° 611	41".28	23° 209	04".37
25	22° 243	56".44	25° 132	23".64	53° 074	45".36	23° 446	05".58
Нояб. 5	21° 002	56".73	24° 950	23".68	52° 782	47".76	23° 489	06".00
25	21° 675	56".56	24° 682	23".03	52° 274	51".61	22° 549	51".08
Дек. 5	21° 595	56".30	24° 614	22".58	52° 072	53".35	22° 410	49".31
25	21° 567	55".39	24° 548	21".22	51° 753	55".88	22° 108	44".62

КРАТНЫЕ ЗВЕЗДЫ: ВИЗУАЛЬНО-ДВОЙНЫЕ

Звезды рождаются в газопылевых облаках, как правило, в виде групп звездобразных объектов. Если в группе более 10 членов, то ее называют звездным скоплением, а если меньше 10 звезд – кратной звездой. Кратные звезды динамически неустойчивы и со временем распадаются на более простые и устойчивые – двойные системы. Что касается систем, в которых наблюдается больше, чем две звезды, то они также наблюдаемы, и в них содержится набор нескольких широких пар звезд, далеко расположенных друг от друга, либо это комбинация системы из широкой и тесной пар.

Первичные члены кратной системы, которые мы часто называем прото-звездами, это газопылевые сгустки, которые имеют огромные размеры и, сжимаясь и постепенно разогреваясь, выделяют энергию, как результат гравитационного сжатия, сначала в инфракрасной области спектра, становясь самосветящимися объектами, то есть звездами. Время жизни их около 10^5 - 10^6 лет. Затем, сильно разогревшись до миллионов градусов в своих недрах, включают термоядерные источники энергии и становятся нормальными звездами Главной последовательности, правда численность их падает вдвое.

Моделирование двойных звезд показало, что они эволюционируют с изменением своих масс, размеров и эксцентриситетов орбит, причем эксцентриситет может меняться в большую и меньшую стороны, а может быть и неизменным. Все зависит от характеристик орбит и параметров членов двойной системы, главными из которых являются величины угловых моментов в системе. При больших величинах моментов происходит «разлет» звезд двойной системы, при малых – «слияние» звезд пары, при средних величинах момента системы двойственность сохраняется.

Как показало моделирование двойных звезд до Главной последовательности, возможно и разрушение одной из звезд пары, которая превращается в газовый шлейф, из которого создаются протопланетные сгустки разных масс и расположенные на разных расстояниях от центрального объекта (похоже на космогонию Джинса). Заметим, что статистика определяет подавляющее количество двойных звезд, достигающее 90% всех объектов звездного населения Галактики, то есть предельные угловые моменты в двойных системах (большие и малые) являются достаточно редкими.

При движении к Главной последовательности звезды проходят разные стадии переменности, определяемые сжатием недр и соответствующее этому энерговыделение. Перестройка недр приводит к изменениям потока излучаемой энергии и к появлению переменности последнего. На стадии до Главной последовательности звезды с массами менее 0.2 массы Солнца остаются телами, излучающими энергию, полученную в результате только гравитационного сжатия и, не попадая на Главную последовательность, переходят в разряд остывающих тел, например, «темных» карликов.

В недрах объектов с массами от 0.2 до примерно 100 масс Солнца создаются условия для возникновения термоядерных реакций, и мы получаем нормальные звезды Главной последовательности. Время дальнейшего развития этих звезд сильно различается и обратно пропорционально примерно кубу массы звезды. Маломассивные звезды на стадии Главной последовательности могут существовать 10^9 лет. Массивные же пробегают эту стадию за 10^4 – 10^5

лет. Сказанное относится к звездам, которые либо не взаимодействуют друг с другом, либо это взаимодействие невелико.

Понятие не взаимодействующие и взаимодействующие двойные звезды достаточно условно. Однако эти понятия позволяют упростить рассмотрение и разделить двойные звезды на группы, в которых эволюция звезд идет как у одиночных звезд (широкие пары) и более сложным образом — у тесных двойных звезд. Эволюции одиночных звезд хорошо изучена. Она показывает, что эти объекты проходят стадии звезд: карлик — субгигант — гигант — сверхгигант — релятивистский объект. Каждая из этих стадий уже надежно просчитана и подтверждена наблюдениями.

В этом выпуске календаря мы решили более подробно, чем это было в предыдущих выпусках, рассмотреть не взаимодействующие двойные звезды, к которым мы относим визуально-двойные звезды. Это широкие пары, состоящие из звезд не слишком массивных, да и расположенных на больших расстояниях друг от друга, хоть и вращающихся около общего центра масс. Их эволюция протекает, скорее всего, как у одиночных звезд. Другие типы двойных звезд (спектрально- и затменно-двойные) подробно будут описаны в последующих выпусках календаря.

Визуально-двойные звезды названы по методу их открытия — визуального (наблюдения глазом) обнаружения невооруженным глазом, либо с помощью телескопа близко расположенных звезд. Такие наблюдения позволяют открыть два типа близко расположенных звезд: оптически двойные и физически двойные объекты. Оптически двойные звезды — это объекты, близко расположенные на луче зрения и не связанные узлами взаимного притяжения, тогда как физически двойные связаны взаимным притяжением и вращаются вокруг общего центра масс.

Первая визуально-двойная звезда (Мицар, ζ UMa) открыта Дж.Риччиоли в 1650 году. А первые каталоги визуально-двойных звезд составлены Вильямом Гершелем, который обнаружил движение звезд некоторых пар и указал, что это физически-двойные объекты. Его сын Д.Гершель в Южной Африке, а также В.Я.Струве и его сын О.В.Струве в России, существенно дополнили каталоги визуально-двойных звезд. В дальнейшем методами фотографической астрометрии, а в настоящее время и интерферометрическими методами, стало возможным существенно увеличить количество и точность наблюдений.

Наблюдения визуально-двойных звезд заключаются в измерении величин: a'' — расстояния между звездами пары в секундах дуги и p° — углового положения линии, соединяющей звезды, относительно северного направления меридиана в градусах. Центр системы координат всегда помещается на изображение более яркой звезды пары, которая обычно определяется как звезда A , а более слабая звезда как B . При этом обязательно фиксируется время наблюдения (t). Эти данные (a'' , p°) определяются с максимальной возможной точностью. Вид наблюдаемой пары (в телескопическом, перевернутом, изображении) иллюстрирует рис. 1.

Принцип наблюдения визуально-двойных звезд с фиксацией их взаимного положения одинаков, что при визуальных,

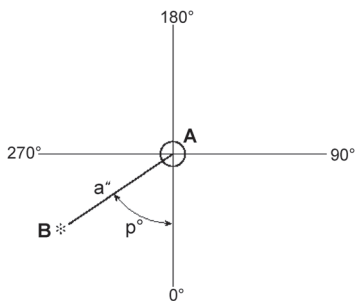


Рис. 1

при фотографических и фотоэлектрических наблюдениях. Первый и третий способы наблюдений выполняются с помощью звездных микрометров и фотометров, установленных в фокальной плоскости телескопа, фотографический — при измерении фотопластинок на звездном компараторе.

Выявление визуально-двойных звезд возможно и не при прямой видимости глазом, но по ряду косвенных признаков, например, при описании звездой во времени волнообразного собственного движения. Тогда недалеко нужно искать объект с обратной картиной собственного движения (μ). Другим способом выявления может служить наличие у двух звезд одинаковых собственных движений с одним направлением (Θ°). Так были обнаружены карликовые спутники у звезды "Летящая Барнарда" и Ross 614. Есть и другие косвенные методы обнаружения визуально-двойных звезд.

В целом, наблюдения визуально-двойных звезд для построения их видимой орбиты и нахождения элементов орбиты и масс звезд требует необычайной тщательности и больших временных интервалов. Большинство визуально-двойных звезд является широкими парами с большими орбитальными периодами в десятках и сотнях, а в некоторых случаях и тысячах лет. В редких случаях наблюдаются визуально-двойные, имеющие периоды обращения в годы. Большинство таких объектов (порядка 500) имеют хорошо представленные графики их видимых орбит.

Построение видимой орбиты требует приведения всех имеющихся наблюдений, зачастую охватывающих периоды в десятки, иногда сотни лет, к единой эпохе (t_0), так как за время наблюдений звезды ($t-t_0$) могли сместиться из-за тангенциальных (μ) и радиальных (лучевая скорость v_r) движений и параллакса (π). Ясно, что предварительно надо узнать все эти смещения, и только после их определения применить формулы приведения наблюдений к одной эпохе, то есть поправки к каждому наблюдению в виде $\Delta\alpha''$ и $\Delta\delta^\circ$.

Изображение полученной видимой орбиты иллюстрирует рис. 2. На рисунке время каждого наблюдения в виде года с его дробной частью (показывает время наблюдения в долях года) наносится рядом с соответствующей точкой на графике. Есть еще одна особенность, которую сразу же можно отметить: на графике можно определить значения двух ординат y_1 и y_2 , соответствующих абсциссе $x=0$, а также x_1 и x_2 , соответствующих ординате $y=0$. Эти значения будут использованы при определении элементов орбиты по методу Ковальского-Глазенапа.

Если же наблюдения не покрывают весь период обращения визуально-двойной звезды, но большую ее часть, видимую орбиту можно графически достроить, используя два свойства этой кривой. Первое состоит в том, что в любом случае орбита должна иметь вид эллипса, формула которого математически проста. Второе — знание среднего движения звезды B при движении, величину которого можно найти по графику, покрытому наблюдениями. Конечно, вычисление элементов орбиты звезды B в этом случае будет приближенным.

Отметим, что видимая орбита является относительной, где в центре координат помещен яркий компонент визуально-двойной звезды (A), а по орбите движется слабый компонент (B). Видимая орби-

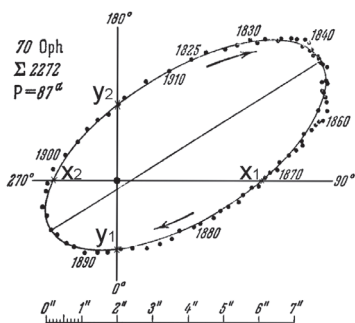


Рис. 2

та – это проекция истинной орбиты на картинную плоскость, расположенную перпендикулярно лучу зрения наблюдателя (как картина). Это обстоятельство требует трансформации получаемых элементов орбиты визуально-двойной звезды с учетом наклона истинной орбиты (i) к картинной плоскости. Наклонение орбиты определяется в градусах.

Элементами орбиты визуально-двойной звезды являются: P – период обращения в годах, либо среднее движение по орбите $n = 360^\circ/P$; T – время прохождения через периастр в годах; e – эксцентриситет орбиты; a – большая полуось в а.е. ($a = a'' / \pi''$); i – наклонение орбиты; Ω – позиционный угол восходящего узла орбиты (при пересечении картинной плоскости при движении от нас, что мы узнаем при знании лучевой скорости v_r , а при незнании последней принимается $\Omega < 180^\circ$); ω – долгота периастро (угол между линией узлов и направлением на периастр), измеряемая от 0 до 360° .

К элементам орбиты принято добавлять сумму масс звезд, определяемую по обобщенному третьему закону Кеплера:

$$M_A + M_B = (a'' / \pi'')^3 / P^2,$$

где массы даны в массах Солнца, а период в годах. Определяемая сумма масс звезд в дальнейшем может быть разделена по звездам пары специальными методами.

Вычисление элементов орбиты делается по видимой орбите графическими и аналитическими методами. Наиболее простым является графический метод Цвирса, предложенный в 1895 году. Из аналитических методов, использующих строгие формулы небесной механики, классическим является метод казанского астронома М.А.Ковальского. В обоих методах три элемента орбиты (P , T , e), называемые динамическими, определяются по графику орбиты, так как их величины от наклона не зависят. Модификация метода Ковальского С.П. Глазенапом сделала метод простым и удобным.

Метод Цвирса содержит изумительную по простоте идею, заключающуюся в описании вокруг истинной орбиты вспомогательной окружности. Последняя, из-за наклона видимой и истинной орбиты, всегда проецируется на видимую плоскость как "вспомогательный" эллипс, большая полуось которого всегда равна диаметру вспомогательной окружности, то есть a , а малая равна произведению большой полуоси на косинус наклона видимой и истинной плоскостей орбиты i . Углы Ω и ω находят по чертежу по положению линии узлов, проходящей параллельно оси a через яркую звезду пары (центр координат).

В методе Ковальского орбитальный период P и время прохождения через периастр T снимаются с графика орбиты, а остальные пять элементов вычисляются с помощью описания около истинной орбиты цилиндра, уравнение которого имеет пять постоянных A , H , B , G и F . Вычисление этих постоянных по наблюдаемым положениям x и y позволяет определить пять оставшихся элементов орбиты. Как показал Глазенап, для этого достаточно четырех значений x_1 , x_2 и y_1 , y_2 , величины которых взяты с графика видимой орбиты, изображенной на рис. 2.

Из других методов можно вспомнить метод Тиле-Инесса, в котором вводится практика определения постоянных (названы постоянными Тиле-Инесса), вычисляемых по координатам наблюдений в декартовой системе и связанных с остальными, не динамическими, элементами орбиты визуально-двойной звезды. Эти постоянные затабулированы и значительно облегчают пути нахождения элементов орбит. Правда, в наше время применения компьютерной техники, возможно определение элементов орбит визуально-двойных звезд прямыми методами.

Определение элементов орбит визуально-двойных звезд и последующее определение масс звезд этих пар сделало революцию в исследовании звезд. Определение масс звезд по двойным звездам оказалось единственным наиболее точным прямым способом определения этой фундаментальной звездной характеристики. Только масса звезды и химический состав ее вещества определяют эволюцию звезды – ее жизнь и смерть. Остальные главные параметры звезды (радиус и светимость) – результат ее развития.

В заключение очерка предлагаю таблицу наиболее интересных, лучше сказать, красивых и приятных для наблюдений глазом в бинокль или телескоп, визуально-двойных звезд. По моему мнению, наиболее красивой из них является звезда Альбиро (β Cyg) – пятая по блеску звезда в созвездии Лебедя, находящаяся в клюве Лебедя. Она состоит из желтого гиганта и голубого карлика. При рассмотрении звезды с небольшим разрешением можно увидеть так называемый Спика-феномен, когда голубая звездочка становится изумрудно-зеленой. Это эффект восприятия глазом слабо-голубого на фоне ярко-желтого цветов.

Название феномена связано со звездой Спика (α Vir), у которой было тесное сближение с планетой Марс, имеющего желтый цвет и блеск которого значительно превышал блеск Спика, имеющей голубой цвет. Как рассказывают астрономы-наблюдатели, при этом сближении они увидели, что Спика вдруг заблистала красивейшим изумрудным цветом. Конечно, необходимым условием феномена является тесное сближение объектов, иначе феномен наблюдаться не будет. Среди визуально-двойных звезд Спика-феномен является редким и хорошо наблюдаем только у звезды Альбиро.

Визуально-двойная звезда Альбиро интересна еще тем, что видимое движение голубой звездочки (компонент В) вокруг яркого гиганта (компонент А) необычайно медленное. Период обращения в системе оценивается в 100 тысяч лет. Естественен вопрос, когда же наблюдатели построят надежную видимую орбиты этой звездной пары? Система еще и кратная, так как компонент А является еще и тесной двойной звездой, что, безусловно, должно влиять на движения звезд в этой системе. Ясно, что имеются и неразрешимые пока проблемы наблюдений визуально-двойных звезд.

Таблица ярких визуально-двойных звезд

Звезда	б (2000.0) д		Блеск $m_A + m_B$	Спектры $Sp_A + Sp_B$	a^{**}	Цвет
	h	m				
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 50	2.6 + 3.8	K1 III + 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 56	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

* a^{**} – расстояние между звездами в секундах дуги

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Что такое переменные звезды?

Переменной называется звезда, которая показывает изменение своего блеска за время ее исследований на заданном уровне точности. Амплитуда изменения блеска для разных звезд находится в диапазоне от тысячных звездной величины до двадцати звездных величин, а характерное время изменения блеска составляет от долей секунды до тысяч лет. Исходя из современных представлений, все звезды эволюционируют, меняют свои характеристики со временем. Однако, пока не подтверждена переменность, звезда переменной не считается и в Общий каталог переменных звезд (ОКПЗ, <http://www.sai.msu.ru/groups/cluster/gcvs/gcvs/>) не заносится и входит в списки звезд, заподозренных в переменности, и собственного названия не имеет. В настоящее время в ОКПЗ занесено около 43 тысяч переменных звезд, еще примерно в пять раз больше содержится в других каталогах ("Variable Stars index", VSX – <http://aavso.org/vsx>). Причин изменений блеска звезд много. Основные причины – это физическая переменность (эруптивные и пульсирующие звезды) и геометрическая переменность – системы с несимметричной диаграммой направленности излучения, которые поворачиваются к наблюдателю в результате вращения (затменные двойные системы, незатменные системы с асимметричными компонентами). К последним относят и звезды, периодически затмеваемые экзопланетами. В этом случае неуместно говорить "затменная двойная звезда", но вполне правильно "затменная двойная система".

Различные причины переменности приводят к различным наблюдательным проявлениям, то есть кривым блеска (зависимость звездной величины от времени, а для периодических звезд – от фазы). Поэтому была разработана официальная система классификации, принятая в ОКПЗ. В настоящее время в ОКПЗ принято 79 типов и подтипов переменности. Классификация и описание приведены в книге: Н.Н.Самусь "Переменные звезды" (<http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/Samus/>) и в его очерке в этом выпуске "Одесского астрономического календаря". Естественно, с обнаружением новых звезд становятся известными все новые и новые объекты, которые со временем могут стать "прототипами" новых типов. Поэтому часто типы называют по имени звезд (например, "мирида" – звезда типа Миры Кита, "лирида" – звезда типа RR Лиры, "цефеида" – звезда типа δ Цефея) или двойственно, например, "карликовая новая" – звезда типа U Близнецов, "поляр" – звезда типа AM Геркулеса, "промежуточный поляр" – звезда типа DQ Геркулеса, "рентгеновский пульсар" – звезда типа HZ Геркулеса, "вспыхивающая" – звезда типа UV Кита и так далее. Систему классификации ОКПЗ можно сравнить со справочником или учебником – изменения в нее вносятся после того, как в отдельных статьях или группах статей обосновывается необходимость введения новых типов. Например, в очереди на рассмотрение "асинхронные поляры" – звезды типа BY Жирафа, "магнитные карликовые новые" – звезды типа DO Дракона, "импакторы" – звезды типа V361 Лиры и другие.

Зачем наблюдать переменные звезды?

Переменные звезды – один из наиболее интересных классов космических объектов, которые находятся на активных стадиях эволюции, и потому

проявляют действие большого числа физических законов в разных комбинациях. Во многих случаях характер переменности (часто состоящей из нескольких компонент) позволяет сделать выбор между моделями строения этих звезд. Поэтому переменные звезды играют важную роль в нашем понимании природы Вселенной. Систематически наблюдать эти объекты на протяжении десятилетий необходимо для того, чтобы изучать историю их поведения. Однако, число переменных звезд значительно превышает количество профессиональных астрономов. Их дополняют астрономы-любители, которые вносят реальный и полезный вклад в науку своими визуальными, фотографическими, фотоэлектрическими и ПЗС наблюдениями.

Исследования переменных звезд дают многое. Так, вспышки Сверхновых приводят к обогащению тяжелыми элементами межзвездного пространства, что позволяет образовываться планетам с твердыми оболочками. Вряд ли жизнь могла бы сформироваться, если бы в протозвездном облаке не было элементов тяжелее водорода и гелия. Но и взрывы очень близких Сверхновых вблизи Солнечной системы могут катастрофически повлиять на жизнь на Земле. Наблюдения Сверхновых привели нас к осознанию того, что расширение Вселенной ускоряется, а не замедляется, как можно было ожидать. А Новые звезды показывают регулярные вспышки с интервалом от десятков до сотен тысяч лет, что объясняется термоядерными взрывами в их атмосферах по мере накопления падающего на них вещества, богатого водородом. Затменные двойные звезды являются наилучшими лабораториями для определения не только температур, но и масс и радиусов. Цефеиды сыграли важную роль в определении расстояний до далеких галактик и определения возраста Вселенной. Переменные звезды типа Миры Кита дают нам возможность заглянуть в будущее нашего Солнца. Аккреционные диски катаклизмических переменных помогают нам понять поведение еще больших дисков, как и процессы внутри ядер активных галактик со сверхмассивными черными дырами. Транзиты внесолнечных планет помогают понять процессы образования планет и самой жизни. А тяжелые химические элементы, необходимые для жизни, возникают при термоядерных реакциях в ядрах звезд.

Что и как наблюдать?

В предыдущих выпусках "Одесского астрономического календаря" были приведены карты окрестностей ярких переменных звезд, доступных для любительских наблюдений в бинокль или небольшой телескоп. Методы их визуальных и фотографических наблюдений были описаны в классических книгах В.П.Цесевича "Что и как наблюдать на небе" и "Переменные звезды и их наблюдение". В последние годы увеличилось количество личных обсерваторий, оснащенных телескопами с диаметром зеркала 15-40 см и ПЗС матрицами, что позволяет наблюдать слабые объекты. Для обработки таких изображений различными авторами разработаны программы, которые работают под операционными системами Linux (IRAF, MIDAS и другие) и Windows (бесплатные MuniPack, WinFits, IRIS, популярная коммерческая MaximDL). Методика таких наблюдений описана в книге: А.В.Миронов "Прецизионная фотометрия" (<http://www.astronet.ru/db/msg/1211924>).

Результаты наблюдений представляют ценность для астрономического сообщества, когда они правильно и тщательно обработаны, и приведены в

принятом формате. Популяризаторская деятельность ставит своей целью инициировать переход от любителей к профессионалам. В данной статье мы рассматриваем возможные направления деятельности любителей, которые могут внести реальный вклад в науку. Для публикации патрульных визуальных, фотографических или ПЗС наблюдений используется стандартный формат – время в Юлианских датах, звездная величина и трехбуквенный код наблюдателя (например, VER – Michel Verdenet, Франция). Таблицы измерений блеска для каждой из звезд присылают в базы данных ассоциаций наблюдателей переменных звезд. Ассоциации созданы во всех развитых странах, однако, с учетом роста международной кооперации, идет тенденция использования международных баз, объединяющих результаты наблюдений из многих стран.

Наибольшей в мире является American Association of Variable Stars Observers (AAVSO, Американская ассоциация наблюдателей переменных звезд, <http://aavso.org>), в которой насчитывается в настоящее время более 22 миллионов индивидуальных оценок блеска около 10 тысяч переменных звезд разных типов, и это число увеличивается в последнее время примерно на полмиллиона в год. Согласно недавнему рейтингу AAVSO, украинские наблюдатели занимали 11-е место по количеству наблюдений, присланных в эту международную базу данных. О важности таких наблюдений для профессиональной науки свидетельствует тот факт, что в США данная база данных находится в знаменитом Гарвардском университете. Аналогичные базы данных в других странах также помещаются на университетские интернет-серверы (Страсбург, Франция; Киото, Япония; Брно, Чехия и др.).

Весьма важными являются "новые наблюдения" на основании "старых фотонегативов". Новооткрытую звезду можно исследовать и "в прошлом", используя полученные ранее патрульные наблюдения. Наибольшая по численности в СНГ (и третья в мире) коллекция, насчитывающая более 100 тысяч негативов, хранится в "Стеклотек" – Астрономической обсерватории Одесского национального университета и используется профессионалами и любителями, в том числе, по проекту "Украинская виртуальная обсерватория". Великолепная коллекция негативов с существенно более слабыми звездами (и соответственно, меньшим полем зрения) получена в Государственном астрономическом институте им. П.К.Штернберга (Москва).

Другое важное направление, которое основано на результатах обработки исходных наблюдений – это моменты минимумов затменных двойных систем или максимумов пульсирующих звезд. Такое различие связано с тем, что в максимуме блеска звезда ярче, и большее число звезд доступно для наблюдений одним и тем же инструментом. Кроме того, для большинства звезд, максимумы более узкие, чем минимумы, поэтому требуют меньшую продолжительность наблюдений и определяются с лучшей точностью. Для затменных двойных, наоборот, более узкими и явно выраженными являются именно затмения (минимумы). Для определения используются несколько методов. Один из них, использующий аппроксимацию кривой блеска полиномом с выбором статистически оптимальной степени, реализован в программе VSCalc – <http://uavso.org.ua/breus> (автор В.В.Бреус). Разные экстремумы используются и для весьма популярных исследований промежуточных полярнов – определение максимумов бо-

лее быстрых колебаний блеска, связанных с вращением магнитного белого карлика, но минимумов орбитальной переменности, которые обычно связаны с полными или частными затмениями. Для определения сглаживающей кривой с использованием мультипериодической мультигармонической аппроксимации с учетом полиномиального тренда, рекомендуем использовать программу MCV – <http://uavso.pochta.ru/mcv> (авторы И.Л.Андронов и А.В.Бакланов).

Использование экстремумов позволяет проводить исследования так называемых "О-С" диаграмм – зависимостей от времени или номера цикла отклонений моментов экстремумов от теоретически предсказанных значений (по простейшей формуле $T_E = T_0 + P \cdot E$, где T_E – теоретический момент времени, соответствующий номеру цикла E , P – период и T_0 – начальная эпоха). Проводя математическое моделирование этой наблюдательной зависимости, можно уточнять значения периода и начальной эпохи, исследовать возможные "вековые" изменения периода (связанные в двойных системах с перетеканием вещества, магнитным или немагнитным звездным ветром, гравитационным излучением, в пульсирующих – с медленным изменением структуры звезды) или периодические, связанные с наличием в системе третьего (и более) тела.

Существует несколько электронных баз данных моментов экстремумов, созданных в различных организациях – B.R.N.O., BAV, BBSAG, AAVSO, GEOS и других. Наиболее полные результаты исследований в бумажном виде были опубликованы в 6-томной монографии (авторы Й.Крейнер (Польша), И.С.Нха, Ч.Х.Ким (Корея)). Однако, в последующее десятилетие основными стали электронные публикации. Хотя составители стараются использовать всю доступную литературу, некоторые различия все же есть. Если Вы заинтересовались определением моментов экстремумов, то желательно посылать эти данные либо самостоятельно в журнал в соответствии с правилами для авторов (один из последних примеров такой компиляции в журнале "Open European Journal on Variable Stars" N 137), либо в одну или несколько из указанных баз данных, чтобы войти в очередную регулярную статью – отчет.

Как и в случае публикации исходных наблюдений, сравнительно редко можно сделать открытие на основании небольшого числа собственных данных. Однако, проводя анализ собственных и опубликованных ранее другими авторами данных, можно открыть изменение периода и его тип (вековое, периодическое, скачок) и инициировать других на последующее изучение. Моменты экстремумов вместо оригинальных наблюдений имеют некоторые преимущества – компактность (вместо десятков наблюдений блеска одно значение) и подготовка предварительных значений для последующего анализа. Однако, развитие компьютерных методов математического моделирования с использованием различных алгоритмов позволило бы переобработать наблюдательные данные другим исследователям, поэтому таблица значений блеска была бы желательна.

Таким образом, есть широкая возможность выбора типа наблюдений – патрульные (одна оценка блеска для долгопериодических звезд, например, мирид, полуправильных, цефеид, когда за всю ночь или за вечер можно сделать оценки блеска нескольких единиц или десятков звезд), или временные ряды (одна или несколько звезд в ночь с продолжительностью ряда от нескольких часов до всей ночи). Последнее стало весьма популярным,

поскольку не требует наведения телескопа на разные объекты. Такой тип наблюдений требуют короткопериодические объекты – катаклизмические двойные звезды (классические и промежуточные поляры, карликовые новые, новоподобные) – желательно несколько ночей наблюдений за сезон, затменные звезды, а также мультипериодические пульсирующие переменные звезды типа RR Лиры с эффектом Блажко и типа δ Щита.

Конечно, к наблюдениям следует готовиться. Посмотреть, какие из заинтересовавших Вас звезд будут ночью достаточно высоко над горизонтом, чтобы атмосфера не поглощала значительную часть света. Некоторые исследователи стараются не наблюдать, когда звезда ниже 30 градусов над горизонтом. "Охотникам за экстремумами" следует рассчитать эфемериды – то есть, теоретические значения моментов времени, вблизи которых выбрать интервал времени наблюдений (чтобы охватить восходящую и нисходящую части кривой блеска если не полностью, то хотя бы частично). Кроме того, моменты времени "по эфемериде" приведены на центр Солнца (гелиоцентрические) или центр Солнечной системы (барицентрические), но мы наблюдаем на Земле (время геоцентрическое), поэтому сигнал может наблюдаться раньше или позже из-за того, что свет проходит расстояние, равное радиусу земной орбиты, за 8 минут 18 секунд. Более подробно об этом эффекте "гелиоцентрической поправки" можно прочитать в литературе, а вычислить, например, при помощи программы MCV.

Поскольку предполагается, что возможны изменения периодов, то наблюдаемый момент может быть смещен относительно вычисленного. Поэтому интервал времени наблюдений не должен быть слишком узким. Если объектов несколько, то нужно распределить время на соответствующие интервалы. Для катаклизмических и мультипериодических звезд используется кривая блеска, поэтому желательно наблюдать все доступное время. Что именно наблюдать в ближайшие ночи, зависит от пристрастий исследователя, времени года, широты места наблюдения и координат звезды, ее блеска, амплитуды и точности измерений. Украинская ассоциация наблюдателей переменных звезд (UAVSO, <http://uavso.pochta.ru>, <http://realsky.ru/community/uavso>) всегда поможет найти списки и карты окрестностей объектов, предлагаемых различными организациями – затменных двойных, промежуточных полярных, пульсирующих и других переменных звезд.

Среди множества объектов, обнаруженных в мире, выделяется группа новых переменных, которую открыла в Одессе студентка (ныне аспирантка) Наталья Вирнина. За 2 года по собственным наблюдениям с использованием ПЗС-матрицы она открыла более 60 новых периодических (затменных и пульсирующих) переменных звезд. 32 из них представлены в статье в <http://uavso.pochta.ru/Gamow-2010-175-177-Virmina.pdf>. Хотя основные характеристики уже определены, новые наблюдения в различных фильмах желательны как для уточнения периода и начальной эпохи, так и для определения температур по показателям цвета.

Как оформлять и где публиковать результаты?

Публикации о переменных звездах можно разделить на несколько категорий – аналитические статьи, содержащие разностороннее исследование; сообщения об открытиях, содержащие необходимый минимум информации; сообщения об открытии новых интересных событий в известных звездах; таб-

лици экстремумов блеска; таблицы индивидуальных значений блеска и других характеристик. Наиболее сложными являются аналитические статьи, однако, они невозможны без получения исходных наблюдений. Поэтому каждая из этих категорий по-своему важна и привлекает своих авторов.

"Монополистами" в наименовании и классификации переменных звезд является группа, занимающаяся по поручению Международного Астрономического Союза разработкой "Общего каталога переменных звезд" (ОКПЗ=GCVS, General Catalogue of Variable Stars). Авторский коллектив работает в Москве на базе Государственного астрономического института им. П.К.Штернберга Московского государственного университета и Астрономического института Российской академии наук. Почти 30 лет работой руководит доктор физико-математических наук Н.Н.Самусь. Кроме того, издаются журналы "Переменные звезды" и "Переменные звезды. Приложение" (<http://www.astronet.ru/db/varstars/>), в которых могут быть опубликованы важные научные результаты не только профессионалов, но и любителей.

Естественно, что каждый журнал предлагает "свои правила для авторов", однако, существуют минимальные требования по характеристикам звезды или звезд, которые обязательно должны войти в статью. С учетом колоссального количества объектов была разработана электронная форма, в которой авторы заполняют необходимые поля, и после этого текст статьи создается автоматически. Для журнала "Переменные звезды. Приложение" это: название заметки, авторы, страна, город, организация, официальное название переменной звезды по ОКПЗ или по NSV (Каталог звезд, заподозренных в переменности), а также названия по другим каталогам, координаты, тип переменности, пределы изменения блеска и фотометрическая система, для периодических звезд – период и начальная эпоха (минимум блеска затменных и максимум блеска пульсирующих), графические файлы – кривая блеска, окрестности звезды и соответствующие подписи, файл с таблицей наблюдений, замечания и комментарии в произвольной форме, ссылки на другие публикации. Аналогичные правила и для публикации статей о переменных звездах в других журналах, однако аналитическая информация приводится в структурированном тексте статьи, а таблицы наблюдений все чаще публикуются отдельно в виде файлов.

Последнее "бумажное" издание ОКПЗ вышло в 1985-1987 годах, и к нему регулярно публикуются дополнения в журнале "Information Bulletin on Variable Stars" ("Информационный бюллетень по переменным звездам" – <http://konkoly.hu/ibvs/>, Будапешт, Венгрия), который является официальным изданием Международного Астрономического Союза. В последние годы этот бюллетень (обычно объемом до 2 или 4 страниц) принимает результаты исследований переменных звезд, полученных только по высокоточным ПЗС или фотоэлектрическим наблюдениям. Не принимаются более статьи на основе фотографических или визуальных оценок блеска. Краткие сообщения об открытиях новых переменных звезд группируются в каждый сотый номер с указанием авторов только внутри сообщения. Существует еще множество журналов в разных странах (JAAVSO (США); JBAA, The Astronomer (Великобритания); Bulletin de l'AFOEV (Франция); BAV Rundbrief (Германия); BBSAG (Швейцария); GEOS (Италия)), которые публикуют результаты наблюдений переменных звезд и других объектов.

Для того, чтобы попытаться объединить любителей и профессионалов, несколько лет назад был организован международный "Open European Journal on Variable Stars" ("Открытый европейский журнал о переменных звездах", OEJV – <http://var.astro.cz/oejv/oejv.php?lang=en>). Журнал публикует на английском языке результаты ПЗС, фотоэлектрических, фотографических наблюдений переменных звезд. Статьи рецензируются 7 членами редколлегии, и статья публикуется (часто после доработки и учета замечаний рецензентов) при наличии более 70% голосов. Обычно публикуются более подробные исследования звезд. Члены редколлегии представляют не только европейские страны (Чехия, Словакия, Швейцария, Италия, Германия, Украина), но и США. Здесь публикуют свои результаты также ученые Кореи, США, Аргентины, Австралии и других неевропейских стран.

Однако, самыми быстрыми по скорости публикаций являются электронные циркуляры некоторых обществ. Наиболее используемыми являются циркуляры IAU, AAVSO, CBA (США), а особенно японский "VSNET" – <http://oorturi.kusastro.kyoto-u.ac.jp/mailman/listinfo/> ("Сеть переменных звезд"), который подразделяется на 74 циркуляра по интересам (chat – обсуждение; alert – срочное сообщение; campaign-dn – кампании по карликовым новым, campaign-ip – кампании по промежуточным полярам, obs – таблицы наблюдений и так далее). Особенностью электронных циркуляров является скорость – они доходят до подписчиков за несколько секунд, и каждый наблюдатель может решить, наблюдать ли ему ранее запланированные звезды или именно сегодня (и, может быть, в несколько последующих ночей) навести свой телескоп на звезду, показывающую интересное поведение. Однако, лишь некоторые из циркуляров оформлены в виде статей. В основном, они содержат краткие сообщения об открытиях непериодических явлений в уже известных звездах (вспышки, ослабления блеска, возникновение и прекращение временных квазипериодических или периодических изменений, например, сверхгорбов), и, существенно реже, открытиях новых переменных звезд.

Во избежание недоброкачественных рассылок посторонними авторами, письма от авторов посылаются одному из "членов редколлегии", который может отредактировать и послать сообщение от своего имени с указанием автора наблюдений или открытий. Наиболее активным участникам дается право посылать свои сообщения напрямую. Такие сообщения от любителей используют и профессионалы. Есть специальный термин "target of opportunity" ("цель от события") при наблюдениях на больших наземных или даже космических телескопах. При получении наблюдательного времени есть только некоторая вероятность, что произойдет в звезде то или иное событие (например, вспышка). Поэтому заявка подается на несколько потенциально интересных объектов. А вот на какой из них наводить телескоп – зависит от состояния объекта. Поэтому профессионалы направляют информацию в электронные циркуляры, доступные любителям с хорошими телескопами. Обычно ее называют "Call for observations" ("приглашение к наблюдениям"), где описывают, чем та или иная звезда интересна, и приглашают сообщать срочно в случае обнаружения начала вспышки и присылать наблюдения в последующем.

НАША ГАЛАКТИКА

Яркая светящаяся клочковатая полоса на небе, название которой мы знаем с детства – Млечный Путь, представляет собой дисковую составляющую нашей Галактики. Это же имя носит и наша Галактика в целом. Солнечная система и планета Земля, на которой мы живем, находятся внутри более сложной звездной системы, Галактики, поэтому ее общая структура и эволюция до настоящего времени известны не окончательно и являются важнейшим направлением в астрофизических исследованиях.

Первым, кто увидел и обнаружил, что облака Млечного Пути состоят из огромного числа слабых звезд, был Галилео Галилей, бросивший взор в свой телескоп на звездное небо еще в 1610 году. А в 1755 году немецкий философ Иммануил Кант высказал предположение, что наша звездная система, Галактика, большей частью которой является Млечный Путь, может быть вращающимся диском, состоящим из огромного количества звезд, которые удерживаются гравитационными силами, открытыми выдающимся английским физиком Исааком Ньютоном (сходными с теми, что действуют в Солнечной системе).

Наблюдательное подтверждение этому было получено к концу 18 века, благодаря работам Уильяма Гершеля, его сестры Каролины и сына Джона. Опираясь на подсчет звезд в избранных участках неба, Гершель построил первую картину нашей Галактики и привел убедительные доказательства того, что расстояния до различных звезд неодинаковы и что Солнце по отношению к ближайшим звездам движется в пространстве. А звездная система – наша Галактика, в которую входит и наше Солнце, имеет вид сплюснутого диска, а Солнце не лежит в плоскости Галактики, а несколько возвышается над ней, поскольку большая звездная плотность была обнаружена в Южном полушарии. Правда, само Солнце в этой картине мира все еще находилось в центре нашей большой звездной системы.

Первым, кто понял, где находится центр Галактики, был Харлоу Шепли. Анализируя положение сотни шаровых скоплений, он нашёл, “что центр их системы находится на среднем круге Млечного Пути, вблизи того места, где сходятся границы созвездий: Скорпиона, Стрельца и Змееносца. Прямое восхождение его 17 час 30 мин, склонение -30° ”. Заметим, что современные значения его координат равны 17 час 42 мин и -29° и мало отличаются от определенных Шепли. Он предположил также, что система шаровых скоплений является своего рода скелетом тела всей Галактики, так что пространственное расположение сотни шаровых скоплений показывает расположение миллиардов остальных звезд Галактики. Отсюда Шепли сделал вывод, что центр нашей звездной системы лежит в направлении созвездия Стрельца.

Следствием этих наблюдений и заключений явился пересмотр представлений о нашем собственном положении в Галактике. Теперь Солнце нельзя больше считать расположенным в центре нашей звездной системы, оно отодвинулось на несколько десятков тысяч световых лет от галактического ядра.

И только в начале 20-го века, американский астроном Эдвин Хаббл определил расстояние до Туманности Андромеды по установленной Генриэттой Ливит зависимости “период-светимость” для звезд-цефеид, которые он обнаружил на снимках Туманности Андромеды. Хаббл оценил это расстояние в 900000 свето-

вых лет. После чего стало ясно, что спиральные туманности — это гигантские звездные системы, находящиеся на огромных расстояниях от нашей галактики. Это было открытие Галактики, как отдельной звездной системы во Вселенной.

Ян Хендрик Оорт в 1927 году на основе статистического изучения лучевых скоростей и собственных движений звезд строго обосновал гипотезу Бертиля Линдблада о вращении Галактики вокруг ее центра. Он показал, что Галактика вращается не как твердое тело (внутренние ее части вращаются быстрее — скорость уменьшается с расстоянием от центра) и определил скорость галактического вращения (220 км/с в окрестности Солнца) и период вращения (220 млн. лет в окрестности Солнца).

Следующим шагом в понимании строения Галактики было осознание того, что Млечный Путь состоит не только из звезд, но содержит огромное количество газа и пыли. Идея о межзвездном поглощении была высказана русским астрономом Вильгельмом Струве еще в 1847 году, но только в 30-е годы 20-го столетия Роберт Трюмплер оценил величину поглощения, исследуя рассеянные скопления. Газ и пыль в Галактике сосредоточены в различного рода облаках — от круглых черных компактных пылевых глобул до гигантских агрегатов неправильной формы. Таковы они в созвездиях Ориона, Тельца, Лебедя и Скорпиона. Эти облака связаны со спиральными рукавами Галактики, которые очерчены также яркими звездами, и представляют собой места современного звездообразования.

К настоящему времени известно, что наша галактика Млечный Путь является дискообразной спиральной галактикой, диаметром около 30 килопарсек (или 100000 световых лет) и толщиной в 3000 световых лет. Она содержит около 3×10^{11} звезд, а её общая масса с учетом протяженного гало составляет около 6×10^{11} масс Солнца, что почти в 5 раз превышает массу, сосредоточенную в пределах диска, видимого в оптике ($R < 12$ кпк). В Галактике содержится также межзвездный газ и пыль, и как показали исследования последних лет, в частности, спутника WMAP, большая доля темной материи (или скрытой массы), проявляющих себя посредством гравитационного взаимодействия.

Наша Галактика, как и другие спиральные галактики, характеризуется сложной многокомпонентной структурой. Яркий диск погружен в слабоосветяющуюся сферическую подсистему — гало. Центральная часть Галактики — это плотное сфероидальное сгущение звезд, называемое балджем (трехосное бароподобное образование с отношением осей 1:0.6:0.4 и большой полуосью — 2 кпк (наблюдения спутника COBE)) и ядро. В самом центре ядра (50×30 пк) находится компактный объект Стрелец А, который, по данным наблюдений, является черной дырой. На сегодняшний день известно, что размер объекта Стрельца А — 50 млн. км или одна треть от расстояния между Солнцем и Землей.

Компьютерная модель этой области Галактики включает центральную часть черной дыры, вращающийся вокруг нее газ и газовые струи, выбрасываемые из окрестностей черной дыры со скоростью, приближающейся к скорости света. В центре Галактики также находятся две перемиčky (два бара), расположенные под небольшим углом друг к другу и являющиеся возможным источником (генератором) уплотнений в диске, например, спиральной структуры или движущихся звездных групп, обнаруженных в диске.

В середине 19-го века Стивен Александер высказал предположение, согласно которому Млечный Путь представляет систему спиральных ветвей, исходящих

из центра, в которых находится Солнце, а также все ярчайшие звезды (Рис. 1). Согласно более поздней идее Лина-Линдблада всякий спиральный рукав представляет собой не некоторое материальное образование, а волну. Межзвездный газ втекает в рукава, довольно долго задерживается там, после чего выходит за пределы рукава, а на его место приходят другие облака межзвездного газа. Наше Солнце располагается вблизи небольшого, составленного из отдельных фрагментов, “рукава”, который называется “рукавом Ориона” и располагается между “рукавами” Стрельца и Персея. Причинами возникновения волн плотности может быть существование в центре асимметричного образования – вращающегося бара, генератора волн, о чем выше упоминалось, или наличие гравитационной неустойчивости – по мере увеличения вращения и приобретения Галактикой формы диска возрастает число неустойчивых мод собственных колебаний. Современные данные, основанные на инфракрасном обзоре 2 MASS, показывают наличие двух баров в центре Галактики, один из которых назван длинным баром, размером $7.8 \times 1.2 \times 0.2$ кпк, он наклонен под углом около 43° к ее плоскости.

Крупномасштабная структура же галактического диска представляется двойным диском с различающимися высотами и распределениями плотности звезд (тонкий диск, вертикальный масштаб вблизи Солнца 0.2-0.3 кпк) и толстый диск (вертикальный масштаб 1 кпк), при этом максимальные радиус диска $R=12$ кпк и высота около 3 кпк.

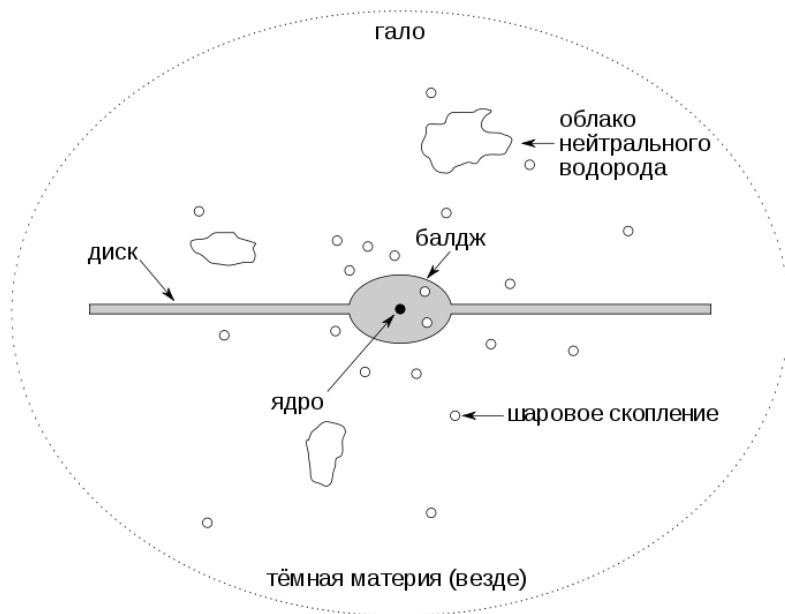


Рис. 1. Схематическое изображение составляющих нашей Галактики

Гало Галактики простирается до $R=46$ кпк, то есть до Магеллановых Облаков, двух неправильной формы галактик-спутников нашей галактики Млечный Путь. Исследование динамики систем шаровых скоплений, карликовых спутников Галактики и галактики Туманность Андромеды свидетельствуют о еще более массивном и протяженном гало ($R=100-200$ кпк).

Подсистемы галактической плоскости включают горячие звезды спектральных классов О-В, долгопериодические цефеиды, рассеянные звездные скопления и ассоциации, газо-пылевые туманности (тонкий диск), красные гиганты, долгопериодические и неправильные переменные звезды, белые карлики, новые, пульсары, черные дыры, планетарные туманности (толстый диск). Сферическая подсистема (гало) включает в себя красные карлики и субкарлики, коротко- и сверхдолгопериодические цефеиды, шаровые скопления.

Галактики сформировались на ранних этапах истории Вселенной около 13 млрд лет назад, но их развитие, формирование и взаимодействие продолжают и в настоящее время. Все больше обнаруживается подтверждений тому, что в нашей Галактике содержатся объекты, захваченные и захватываемые Галактикой, движущейся и гравитационно взаимодействующей с объектами в межгалактической среде. Об этом говорят и кинематические, и спектральные исследования звезд шаровых скоплений в нашей Галактике, поток материи, связывающий нашу Галактику и Магеллановы облака, об этом свидетельствуют высокоскоростные облака – огромные сгустки водорода с массами до 10 млн. масс Солнца и поперечниками порядка 10 тыс. световых лет, с большой скоростью пронесшиеся сквозь внешние области Галактики. Их скорости (до 400 км/с) превышают орбитальное движение. Они были открыты Гвидо Мюнхом в середине прошлого столетия, а Лайман Спитцер предположил, что сгустки удерживает от расширения давление горячей газовой короны Галактики. Однако, оказалось, что некоторые из этих облаков падают на Галактику, и она “дышит”, выталкивая газ, и втягивает его обратно, как бы делая вдохи и выдохи. Кроме того, свойства быстрых облаков говорят о существовании гигантской сферы горячей разреженной плазмы, окружающей нашу Галактику, а сами они состоят из первичного газа, поступающего из глубокого Космоса.

Облака с промежуточными скоростями, как показали исследования последних лет, представляют возвратный поток обширного цикла газообмена внутреннего газа Галактики. Взрывы Сверхновых образуют каверну с горячим газом, который прорывается сквозь окружающий холодный газ и питает горячую корону Галактики. Затем он охлаждается и в виде облаков падает обратно на диск. Таким образом, облака, окружающие Млечный Путь, напоминают, что мы живём в звёздной системе, которая продолжает формироваться и эволюционировать.

В календаре этого года рассмотрим подробнее процессы звездообразования и формирования звезд в Галактике. Среда считается подготовленной к процессу формирования звезд, если газ имеет достаточно высокую плотность и не очень высокую температуру, находясь при этом в состоянии гравитационной неустойчивости. Спусковым механизмом начала звездообразования могут быть взрывы сверхновых звезд, наличие внешних магнитных полей, таких как магнитное поле Галактики, близкое соседство с массивными звездами. Случайно начавшись в одном месте, процесс формирования звезд может инициировать звездообразование в соседних участках. Такое явление называется вынужденным или стиму-

лированным звездообразованием. Физически это связано с тем, что молодые звезды своим мощным излучением и звездным ветром создают вокруг себя расширяющиеся оболочки, которые наподобие поршня уплотняют окружающий газ и “запускают” тем самым процесс звездообразования на некотором расстоянии от уже существующего очага молодых звезд.

При детальном исследовании гигантских очагов звездообразования размером порядка 1 кпк и массой 10^7 – 10^8 масс Солнца они “распадаются” на отдельные структуры размером 100 пк, немного различающиеся по возрасту, то есть по моменту прохождения через них волны, стимулировавшей звездообразование. Сама же область размером 1 кпк напоминает некий “котел”, в котором звездообразование бурлит достаточно долго (порядка 100 млн. лет) и в который могут втекать новые порции извне. То есть звездообразование носит характер локальных вспышек. Скорее всего, и магнитное, и гравитационное поля, влияние которых разделить трудно, совместно управляют межзвездной средой и удерживают облака газа и молодые звезды.

Процесс звездообразования и формирования звезд происходит в облаках ионизированного водорода. Звёзды на начальной стадии своего существования, как правило, скрыты от взгляда внутри плотного облака пыли и газа. Часто силуэты таких звёздообразующих коконов можно наблюдать на фоне яркого излучения окружающего газа. Такие образования получили название глобул Бока. Космический телескоп “Спитцер”, предназначенный для исследования в инфракрасном диапазоне спектра, обнаружил более 300 прото-звезд в одной из туманностей (RCW49), скрытых пылью в видимом диапазоне. Это один из многочисленных очагов звездообразования в нашей Галактике. Результаты исследования этой космической миссии показали, что, очевидно, в настоящее время, в нашем Млечном Пути звезды рождаются более интенсивно, чем предполагали ранее астрономы.

Анализируя два пика в функции распределения масс нашей Галактики, А.А.Сучковым и В.А.Марсаковым еще в 1976 году была высказана гипотеза о переменной во времени интенсивности звездообразования в нашей Галактике. В недавнее время Джон Скало показал независимо, что 5 млрд. и затем 200 млн. лет назад звездообразование шло необычайно интенсивно. А перерыв в звездообразовании связан, видимо, с тем, что после взрывов сверхновых последовала гибель большого количества звезд.

Скорость процесса звездообразования в дисковых галактиках играет решающую роль в том, насколько “равномерно” в них движется газ – его скорость сильнее колеблется там, где рождается больше звезд, установили ученые из США, Канады и Австралии. Наблюдения за старыми галактиками показывают, что около двух третей из них – это массивные вращающиеся диски, где скорость движения газа, как правило, колеблется в пять раз сильнее, чем в более “молодых” дисковых галактиках. Источником такой нестабильности, или турбулентности, могут быть потоки холодного и плотного газа, проходящие через более горячий газ гало, сферических облаков вокруг галактических дисков. Однако обнаружить свидетельства существования таких потоков пока не удалось, и, как показали исследования, этот процесс не может объяснить наблюдаемый разброс скоростей газа.

Любителям астрономии. Места звездообразования в Галактике представляют собой захватывающее зрелище, которое мы можем наблюдать даже невооруженным глазом. Например, Туманность Трифид в созвездии Стрельца (рис.2) и Туманность Ориона (рис. 3). Однако уже в небольшой телескоп можно увидеть, например, в созвездии Стрельца, туманность Лагуну (М8 по каталогу Шарля Мессье) (рис. 4). На картинке, полученной в Чили и обработанной специальным образом, охватывающей область размером около 30 световых лет, хорошо видны волокна светящегося водорода, темные пылевые облака и яркая турбулентная область около центра туманности, возникшая в результате взаимодействия звездных ветров и излучения. Туманность Розетка (рис. 5) также видна в небольшой телескоп. Космические миссии предоставили нам возможность исследовать и любоваться большим количеством объектов, связанных с местами звездообразования: Слоновьи хоботы или Столпы творения в Туманности Орла, Конская голова (рис. 6), Туманность Лисий мех (рис. 7) и множество других.

Чтобы различить мириады звезд, составляющих Млечный Путь, также достаточно бинокля или небольшого телескопа. Наибольшая концентрация звезд и максимальная ширина Млечного Пути наблюдаются в созвездиях Стрельца и Скорпиона; наименее населен звездами Млечный Путь на противоположной стороне неба – вблизи Пояса Ориона и Капеллы. Места звездообразования в нашей Галактике также находятся в Млечном Пути. Каждый, кто хочет понять строение нашей Галактики, должен найти время для наблюдения Млечного Пути – этого поистине замечательного и наиболее грандиозного из небесных явлений.

Основные параметры Галактики:

Диаметр диска	30 кпк
Толщина диска в его центральной части	3-4 кпк
Радиус сферической составляющей (внутреннее гало)	15 кпк
Расстояние от центра Галактики до Солнца	7.8 кпк
Количество звёзд в Галактике	Не менее 200 млрд.
Общая масса звёзд различных типов	6×10^{11} масс Солнца
Звездная плотность	
в ядре Галактики	12×10^6 звёзд на 1 пк^3
в околосолнечной области Галактики (на расстоянии 10 кпк от центра Галактики)	1 звезда на 8 пк^3
на расстоянии 15 кпк от центра Галактики	1 звезда на 1000 пк^3
Период обращения Солнца вокруг ядра Галактики	250 млн. лет
Скорость вращения Галактики:	
на расстоянии 1 кпк от центра	200 км/с
на расстоянии 2 кпк от центра	180 км/с
на расстоянии 10 кпк от центра	250 км/с
на расстоянии 30 кпк от центра	150 км/с
Скорость освобождения:	
для центра Галактики	700 км/с
для области Солнца	360 км/с
для края Галактики	240 км/с



Рис. 2. Туманность Трифид или
Тройная (Трехраздельная) Туманность
(M20)

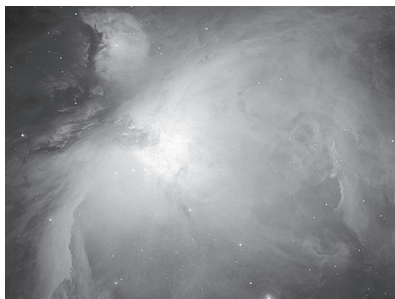


Рис. 3. Места звездообразования в
Орионе

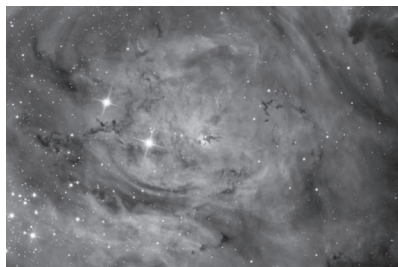


Рис. 4. Туманность Лагуна (M8)



Рис. 5. Туманность Розетка



Рис. 6. Туманность Конская голова
(M16) в Орле



Рис. 7. Лисий мех в Единороге

МИР ЗА ПРЕДЕЛАМИ ГАЛАКТИКИ

Земля повторяет свой путь по орбите вокруг Солнца за один год. Каждый год публикуется следующий выпуск этого Календаря. Многое меняется в окружающем нас космосе. Таблицы эфемерид Календаря содержат постоянно меняющуюся информацию – эфемериды Солнца, Луны, планет, комет.

Этот же раздел календаря должен включать сведения о наиболее стабильных объектах во Вселенной – об объектах, находящихся за пределами нашей Галактики. Таблица, дающая сведения о ярких галактиках, остается неизменной в нескольких последних выпусках Календаря. В самом деле, сложно ожидать, что сведения о туманности Андромеды, Магеллановых облаках, туманности M81 в созвездии Большой Медведицы и о других ярчайших галактиках существенно изменятся за несколько лет. Что-то должно быть стабильным, на его неизменности должны базироваться необходимые для нашего существования предсказания.

Каждое утро восходит Солнце, каждые 12 месяцев наступает весна, ежегодно в этом Календаре публикуется таблица с данными о ярчайших галактиках северного неба. Обозначения, принятые в таблице: NGC – номер объекта по каталогу New General Catalogue, M – номер объекта по каталогу Мессье, Созв. – название созвездия, в котором находится объект, α_{2000}° δ_{2000}° – экваториальные координаты на эпоху 2000 года, d – диаметр в минутах дуги, m – интегральная звездная величина, r – расстояние до галактики в миллионах световых лет.

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

Невооруженному глазу доступны галактики Большое и Малое Магеллановы Облака на южном небе и Туманность Андромеды на северном. Сотни туманных объектов можно увидеть при помощи небольшого телескопа или сильного

бинокля. Часть из них являются близкими галактиками. По внешнему виду галактики делятся на эллиптические (E), спиральные (S), и неправильные (I). Эллиптические галактики (E) имеют форму эллипса и обозначаются от E0 (круглый диск) до E7 в порядке увеличения их вытянутости. Спиральные галактики (S), к которым относится наша Галактика и туманность Андромеды (NGC224, M31), имеют ядро с расположенными вокруг него сравнительно яркими ветвями. Различают два типа спиралей: тип S – спиральные ветви выходят из центрального уплотнения и тип SB – спиральные ветви соединены перемычкой. В зависимости от размеров центрального ядра (перемычки) и открытости рукавов вводятся обозначения a, b или c. Галактики, у которых отсутствуют четкое центральное уплотнение, ветви и симметричная структура, относятся к типу неправильных галактик и обозначаются (I) или (Ir).

В спиральных галактиках часто наблюдается темная пылевая материя, расположенная в плоскости галактики. В галактиках других типов поглощение света пылью наблюдается значительно реже. На рис. 1 показаны две спиральных галактики – обычная спиральная галактика M81, и спиральная галактика с перемычкой NGC1300.

На этом стабильная часть нашего раздела заканчивается и начинается новое в разделе.

Как быстро меняются наши представления о Вселенной? Прежде всего – о методах регистрации получаемой информации. Астроном начала прошлого столетия – человек, проводящий значительную часть своего времени, меняя положения тумблеров на измерительных устройствах телескопа. Современный астроном – почти кабинетный ученый, с трудом успевающий анализировать поток информации, поставляемой автоматическими устройствами крупнейших наземных и орбитальных телескопов, работающих на всех длинах волн, от гамма-диапазона до радиоволн.

Как это повлияло на наше восприятие Вселенной? Сто лет назад Галактика и Вселенная были почти тождественными понятиями. Восприятие звезд Млечного Пути не претерпело столь существенных изменений, как знания о мире за пределами нашей Галактики, само существование которого было открыто только в начале XX века. Других галактик за пределами Млечного Пути, нашей Галактики, уже найдено больше, чем звезд в Млечном Пути – для объектов, более слабых, чем 20 звездная величина, поверхностная плотность галактик, то есть число галактик на квадратный градус неба, превышает поверхностную плотность звезд.

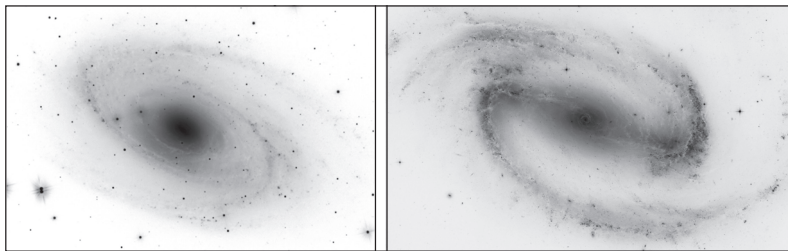


Рис. 1. Спиральная галактика M81 (слева) и спиральная галактика с перемычкой NGC1300

Каждый новый крупный телескоп позволяет заглянуть еще дальше вглубь Вселенной. Человеческое сознание не успевает воспринимать постоянно увеличивающиеся масштабы. В середине 1950-х годов начали складываться основные положения принятой теперь стандартной космологии Большого Взрыва. Следуя этой гипотезе астрономы попытались ограничить Вселенную (по крайней мере ее наблюдаемую часть) во времени и в пространстве. Пользуясь методами естественных наук легче понять и описать ограниченную Вселенную. Но есть и другое восприятие:

Мир останется прежним,
Да, останется прежним,
Ослепительно снежным
И сомнительно нежным,
Мир останется лживым,
Мир останется вечным,
Может быть, постижимым,
Но все-таки бесконечным...

(И. Бродский, 1958)

К концу XX века нобелевскими премиями были отмечены как создатели космологии Большого Взрыва (по физике), так и Бродский (по литературе). К концу 90-х годов казалось, что стандартная космология сможет описать наблюдаемую Вселенную. Еще немного усилий, еще несколько крупных наземных и космических телескопов, и все проблемы космологии будут разрешены.

Однако за последнее десятилетие постоянно растущий поток наблюдательных данных значительно увеличил сомнения в справедливости применения наших естественнонаучных знаний ко всей Вселенной. Начиная со времен Коперника, Галилея, Ньютона развитие астрономии полагалось, как на аксиому, на допущение о том, что физика в масштабах лаборатории, Земли, Солнечной системы, аналогична физике на существенно больших масштабах.

Развитие внегалактической астрономии все более настойчиво напоминает о необходимости изменения, пока неизвестно чего, при переходе к масштабам Вселенной. Основные законы физики могут, хотя и недостаточно точно, описать состояние воды в стакане. При попытке перехода к масштабам океана, законы физики остаются прежними, но как их применять? Трудности есть на всех масштабах.

Космические аппараты Пионер-10 и 11, Вояджер-1 и 2 к концу прошлого столетия вышли из пределов Солнечной системы. Более 20 лет назад было обнаружено, что на их движение действует неизвестная сила – аппараты тормозятся. Исследованию этого вопроса посвящены сотни статей, но ответа пока нет. Более того, похожий по величине эффект обнаружен и внутри Солнечной системы, для космических аппаратов, которые пролетают мимо нашей планеты, используя маневр в ее гравитационном поле для полета к другим планетам. Анализ шести таких событий, наблюдавшихся за последние двадцать лет при пролетах пяти межпланетных станций, позволил NASA опубликовать эмпирическую формулу, которая, хотя и с нарушением закона сохранения энергии, предсказала ожидаемую величину эффекта для маневра следующего аппарата. Увы, формула не подтвердилась.

Переходя к Местной группе галактик, а более конкретно – к туманности Андромеды, следует отметить, что обнаружена концентрация слабых галак-

тик и квазаров вдоль направления малой оси туманности Андромеды. Одним из возможных объяснений является выброс этих объектов из ядра гигантской галактики, как показано на рис. 2. Аналогичная концентрация квазаров наблюдается и для других близких галактик.

Наиболее далеким объектом, изучаемым современной астрофизикой, является микроволновой фон. Это радиоволны с длиной волны несколько миллиметров, которые приходят со всех направлений на небесной сфере. Открытие микроволнового фона, который называется также реликтовым излучением, было одним из триумфов стандартной космологии в середине 60-х годов прошлого века. Тогда казалось, что это окончательное подтверждение гипотезы Большого Взрыва. Однако исследования распределения этого излучения, проведенные в последнее десятилетие, выявили существование неоднородностей, которые не могут быть объяснены стандартной космологией. Наибольшей из таких неоднородностей является Холодное Пятно (Cold Spot) – участок неба, размером около десяти градусов, на котором наблюдаемая температура микроволнового излучения понижена.

Сопоставляя наблюдательные данные о неоднородностях микроволнового фона и о распределении на небесной сфере гамма-вспышек, астрономы Пулковской обсерватории обнаружили, что гамма-вспышки не наблюдаются ни в Холодном пятне, ни в других, меньших по размеру пятнах. Почему существует прямая корреляция пространственного распределения излучения на двух противоположных концах спектра электромагнитных волн? Никакого объяс-

нения в рамках стандартной космологической модели пока не предложено.

Приведенный список не является исчерпывающим, мы выбрали только по одной проблеме на каждом из характерных масштабов – планетная система, группа галактик, Вселенная. На современном этапе развития астрофизики ни одна теория не может объяснить наблюдаемые на этих масштабах явления. Быстрый прогресс наблюдательной астрономии только усиливает уверенность в том, что наши представления о строении и эволюции Вселенной могут вскоре существенно измениться.

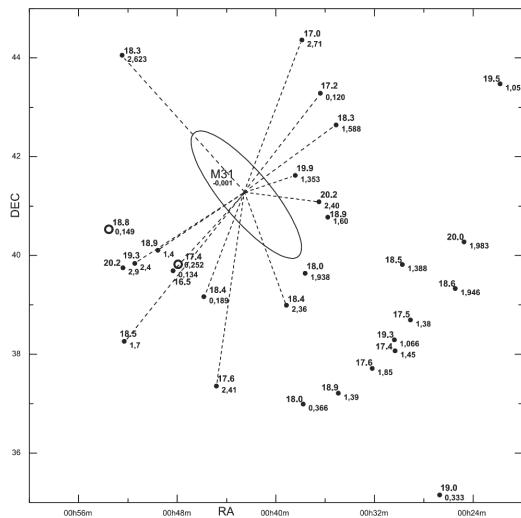


Рис. 2. Схема расположения квазаров в окрестностях туманности Андромеды (M31). Для каждого квазара указаны его звездная величина и красное смещение. Рисунок взят из работы Арпа.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД НА РАННЕЙ СТАДИИ ЭВОЛЮЦИИ

Н.Н. Самусь

Сейчас, в начале XXI века, крепнет понимание того, что фотометрическая переменность – свойство абсолютно всех звезд. Отличие между звездами заключается не в том, что одни среди них переменны, а другие нет, а в масштабах переменности. Эти масштабы различаются на многие порядки величины. Так, V1500 Лебеда (Новая Лебеда 1975 года) увеличила свой оптический блеск во время вспышки не менее чем на 19 звездных величин, что соответствует повышению светового потока примерно в 40 миллионов раз. С другой стороны, космические обсерватории недавно научились улавливать изменения блеска на 10^{-4} звездной величины, что примерно соответствует одной сотой доли процента в световом потоке. Общепринятого определения переменной звезды, которое устанавливало бы некий минимальный масштаб изменения блеска, не существует. Попытка включить в каталоги переменных звезд все объекты с микропеременностью минимального обнаружимого на сегодня масштаба была бы бессмысленной. В этой заметке я не обсуждаю звезды, меняющие блеск существенно менее чем на одну сотую долю величины.

Я не буду далее рассматривать и затменные переменные звезды, столь любимые многими любителями астрономии, несмотря на то, что некоторые затменные звезды меняют свой блеск на несколько величин. Им следует посвятить отдельный очерк. К затменным переменным сейчас стали относить и звезды, у которых обнаруживают фотометрические эффекты прохождения планет через звездный диск. Характерный масштаб такого эффекта – две-три сотые доли звездной величины, а то и меньше. Именно у таких звезд были впервые выявлены и явления масштаба 10^{-4} звездной величины: вторичное затмение (покрытие планеты звездным диском), фазовый эффект при продвижении планеты от конца главного затмения (когда мы увидели бы темный диск планеты, если бы смогли рассмотреть его и звезду отдельно) ко вторичному затмению (когда мы видим освещенный звездой диск), а также неравномерности главного затмения, когда диск планеты проходит через группу звездных пятен.

Таким образом, мои заметки о классификации относятся к *физическим переменным звездам*. В этом номере календаря мы будем рассматривать только переменные звезды на эволюционных стадиях до главной последовательности и на самой главной последовательности. Эта последовательность – самая населенная область диаграммы Герцшпрунга–Рессела, и можно было бы ожидать, что и переменных звезд здесь больше всего. Однако количество уже выявленных на главной последовательности физических переменных звезд сравнительно невелико по сравнению с числом известных переменных гигантов и сверхгигантов. Причиной является очень характерный для астрономии эффект селекции. Во-первых, звезды главной последовательности в среднем слабее гигантов и сверхгигантов не только по абсолютным, но и по видимым величинам, а слабые звезды труднее наблюдать. Во-вторых, конфигурация звезды на главной последовательности очень стабильна, что приводит к срав-

нительно малым амплитудам физической переменности блеска и также понижает вероятность открытия.

Сначала обратимся к молодым звездам, еще не пришедшим на главную последовательность. Отметим, что понятие молодости нельзя воспринимать в абсолютном смысле. Звезды малых масс идут к главной последовательности миллиарды лет, и все это время их можно считать молодыми, в то время как звезда массой в несколько десятков солнечных за какие-то миллионы лет пройдет весь свой эволюционный путь до конца (каким будет этот конец, мы тоже обсудим в другой раз). Как человеку в молодости свойственны активность, а иногда и экстравагантные поступки, так и молодость звезды — время бурных процессов, проявляющихся через переменность блеска.

О молодых переменных звездах пишет в этом номере календаря В.П.Гринин. Те типы переменности, которые он обсуждает, отличаются от употребляемых в Общем каталоге переменных звезд (ОКПЗ; см. описание типов переменности, принятых в ОКПЗ, по адресу <http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/iii/vartype.txt>, где типы молодых переменных описаны среди других типов раздела “Eruptive Variable Stars”). Причины этому — исторические. Комиссия 27 Международного астрономического союза «Переменные звезды» пока не определилась с изменениями системы классификации, которые, безусловно, назрели. Молодые переменные звезды показывают столь сложную картину изменений блеска, что их серьезная астрофизическая интерпретация появилась сравнительно недавно, а морфологическая классификация, основанная на внешних проявлениях переменности, неоднократно пересматривалась. Классификация, описанная В.П.Грининым, имеет более глубокий физический смысл, поэтому следует преимущественно пользоваться ею. Из числа типов, обсуждаемых в его статье, в ОКПЗ используется тип FU Ориона, сейчас интерпретируемый как звезды, резко увеличившие темп аккреции и в результате сильно поярчавшие.

Автор приводимой в ОКПЗ системы классификации молодых переменных, разработанной в 1970-е годы — Павел Николаевич Холопов (1922–1988, в 2012 году П.Н.Холопову исполнилось бы 90 лет), сам активно изучавший такие

звезды. Именно для молодых переменных звезд он ввел, пожалуй, самую прогрессивную систему морфологической классификации — когда различным характеристикам звезды ставятся в соответствие буквенные символы, а сочетание символов, вообще говоря, может быть почти любым. В качестве основного символа для всех молодых переменных звезд Холопов выбрал букву I (irregular — неправильные), поскольку тогда не было известно, что и для них нередко характерны периодические или квазипериодические изменения блеска, в той или иной степени маскируемые непериодическими процессами. Символ N означает явную связь с туманностью, столь часто встречающуюся у молодых звезд;



символ S говорит о быстрых изменениях блеска; символы A и B разделяют звезды ранних спектральных классов (O–A) и поздних классов (F–M).

В классификации П.Н.Холопова есть тип Т Тельца, которому, как правило, соответствует обозначение INT. Следует отметить, что смысл, вкладываемый в понятие «звезда типа Т Тельца» в этой классификации, намного уже, чем принято сегодня. Вслед за Джорджем Хербигом (впоследствии отказавшимся от такого подхода), Холопов требует наличия у звезд типа Т Тельца сильных эмиссионных линий совершенно определенной природы. Таких линий не бывает у звезд ранних спектральных классов, поэтому разделения на характеристики A и B (см. выше) у звезд типа Т Тельца (по классификации Холопова) нет. Сегодня термин «звезды типа Т Тельца» употребляют почти как обобщающий для молодых переменных звезд, исключая звезды типа FU Ориона и вспыхивающие звезды, о которых в этом выпуске календаря пишет Р.Е.Гершберг.

Вспыхивающие звезды, или звезды типа UV Кита – это как раз пример переменности *относительно* молодых звезд. Звездные вспышки впервые были замечены у карликов спектрального класса M, причем у более молодых его представителей, имеющих эмиссионные линии в спектрах (спектральный класс dMe). Со временем вспыхивающую активность стали замечать и у звезд спектрального класса K. На Солнце, звезде спектрального класса G, исключительно редко, но бывают вспышки, заметные в белом свете. Чем дальше звезда подходит к главной последовательности, тем дольше у нее сохраняется высокая активность. У звезд класса M массы самые маленькие, и они идут к главной последовательности дольше всего. Как показывает пример нашего Солнца, и на главной последовательности вспыхивающая активность исчезает не до конца.

Вспышки на Солнце случаются в активных областях, где концентрируются и звездные пятна. У более холодных звезд пятна занимают большие площади, и если они располагаются неравномерно, то при осевом вращении звезды может оказаться вполне заметной переменность, связанная с изменением степени затмненности видимой части звезды. Такую переменность впервые обнаружил Павел Федорович Чугайнов (1932–1992) у звезды ВУ Дракона. Тип ВУ Дракона в ОКПЗ включен в неудачно названный класс «вращающихся переменных звезд». Все звезды вращаются вокруг своей оси, а уместить в тот же краткий термин мысль о неравномерном распределении поверхностной яркости составители ОКПЗ тогда не сумели. Видимо, следует заменить его на применяемый Т.Е.Бурлаковой термин «вращательно модулированная переменность».

И сам прототип, ВУ Дракона, и многие другие представители этого типа одновременно являются вспыхивающими звездами типа UV Кита. По аналогии с Солнцем это, конечно, не вызывает удивления.

Звезды типа ВУ Дракона – хороший «мостик» между молодыми переменными звездами и переменными на главной последовательности. Наше Солнце, безусловно, является звездой типа ВУ Дракона; изменения его блеска при прохождении крупных пятен по диску были замечены космическими обсерваториями еще несколько десятилетий назад. Однако с этим типом переменности связана классификационная проблема. Также из-за пятен меняется блеск звезд типа RS Гончих Псов, впервые выделенных среди затменных переменных, а потом отождествленных в двойных системах, не показывающих затмений. Если пы-

таться провести грань между двумя типами по тому признаку, что звезды типа ВУ Дракона – одиночные, а звезды типа RS Гончих Псов – двойные, массовая классификация окажется неосуществимой, поскольку для очень многих звезд мы не знаем, не двойные ли они, а одиночных звезд, видимо, вообще мало.

Важнейший тип переменных звезд с вращательной модуляцией на главной последовательности – магнитные переменные звезды. В ОКПЗ они обозначены символами ACV (по прототипу α^2 Гончих Псов, или α^2 CVn) либо, в случае более высокой температуры поверхности, отнесены к типу SX Овна. В этом выпуске календаря о них рассказывает Т.А.Рябчикова. Заметим, что хотя и магнитные переменные, и звезды типа ВУ Дракона меняют свой блеск из-за вращательной модуляции, картина переменности между ними заметно отличается: у магнитных переменных она намного более регулярна.

Атмосферы магнитных звезд весьма стабильны, пятна на поверхности живут долго, не меняя своих размеров, формы, взаимного положения. Поэтому переменные магнитные звезды хорошо сохраняют период и, в общем, заметно не меняют амплитуду и форму кривой блеска. У более холодных звезд типа ВУ Дракона атмосферы конвективны, пятна появляются и исчезают, при этом амплитуда периодических изменений блеска может нарастать до нескольких десятых звездной величины или спадать почти до нуля. Именно стабильность пятенной структуры магнитных звезд позволяет, применяя к спектральным наблюдениям математические регуляризационные методы, строить карты распределения пятен на поверхности.

О пульсирующих звездах главной последовательности в этом выпуске рассказывает А.А.Памятных. Астрофизик, первым разгадавший механизм звездных пульсаций, Сергей Александрович Жевакин (1916–2000), считал, что структура звезды главной последовательности слишком компактна и стабильна, чтобы такие звезды вообще могли пульсировать. Проверить это утверждение в 1950-е годы ему было трудно: первые модели звездных пульсаций считали на арифмометрах, и структуру звезды поневоле приходилось упрощать. Внедрение компьютеров, совершенствование физических параметров звездной модели позволило уверенно объяснить и пульсации на главной последовательности.

Самым массовым типом среди пульсирующих переменных на главной последовательности и вблизи нее являются звезды типа δ Щита (DSCT в обозначениях ОКПЗ). Периоды этих звезд составляют всего несколько часов (примерно до пятой доли суток). Вообще говоря, те из них, что особенно близки к главной последовательности, часто имеют очень маленькие амплитуды; для них в ОКПЗ введен отдельный подтип DSCTC. Однако встречаются и звезды типа δ Щита с амплитудами переменности в несколько десятых звездной величины и весьма стабильными, в отличие от малоамплитудных звезд, кривыми блеска. Их сейчас часто называют звездами типа HADS (High-Amplitude Delta Scuti). Вероятно, их на небе немало. Так, недавно С.В.Антипин с соавторами завершили поиск переменных звезд в поле $10^\circ \times 10^\circ$ по сканам пластинок московской фототеки, полученных в Крыму с 40-см астрографом. Удалось открыть 480 новых переменных звезд, среди которых оказалось 11 звезд типа HADS. Всего в ОКПЗ была 121 звезда типа δ Щита. Исследованное поле по площади составляет менее четверти процента небесной сферы! Вероятно,

прежние, традиционные методы поиска переменных звезд плохо выявляли короткопериодические объекты, подобные переменным типа δ Щита.

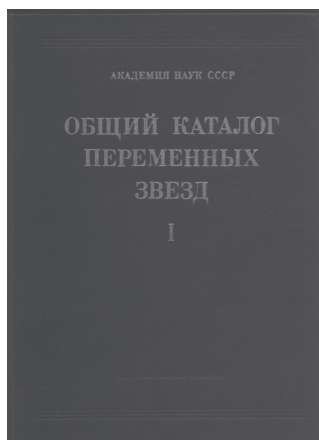
Очень похожи на звезды типа δ Щита переменные типа SX Феникса, но они лежат не на основной главной последовательности, а, как правило, на последовательности субгигантов, которая для старых населений Галактики, скажем, для звезд гало играет роль главной последовательности. Многие звезды типа SX Феникса имеют значительный дефицит тяжелых элементов в атмосфере.

Рассмотренные типы пульсирующих переменных звезд продолжают до главной последовательности и за нее цефеидную полосу неустойчивости. Однако на главной последовательности давно известен еще один тип пульсирующих звезд, имеющих значительно более высокие температуры и явно цефеидной полосе неустойчивости не принадлежащие. Это звезды типа β Цефея. Они имеют спектральные классы O–B и пульсируют с периодом менее 14 часов и с малыми амплитудами. Не все из них принадлежат главной последовательности, некоторые – гиганты или даже сверхгиганты, но, как известно, для этих спектральных классов разница в светимости между сверхгигантом и карликом невелика.

Сравнительно недавно были выявлены новые типы пульсирующих переменных звезд на главной последовательности. Назовем переменные типа γ Золотой Рыбы – карлики спектрального класса F с периодами около суток. Очень часто у таких звезд выявляют сразу несколько периодов пульсаций.

Уточнения теории звездных пульсаций последних лет показали, что на диаграмме Герцшпрунга–Рассела очень мало мест, где звезды совсем устойчивы к пульсациям. Это значит, что придется вводить новые и новые типы пульсирующих переменных звезд, в том числе и для звезд главной последовательности.

Еще раз напомним, что принятые в ОКПЗ типы переменных звезд описаны на сайте ОКПЗ. Некоторые планы совершенствования этой классификации описаны на странице <http://www.sai.msu.ru/gcvs/future/classif.htm>



Четвертое издание
Общего Каталога Переменных Звезд (ОКПЗ),
вышедшее в 1985–1995 годах в пяти томах
(Академия Наук СССР – Российская Академия Наук)

Последнюю электронную версию ОКПЗ можно
найти по адресу: [http://www.sai.msu.ru/gcvs/gcvs/iii/
vartype.txt](http://www.sai.msu.ru/gcvs/gcvs/iii/vartype.txt)

МОЛОДЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ ТИПОВ T Tau, FU Ori, Ae/Be ХЕРБИГА

В.П.Гринин

Образование звезд, как известно, происходит в результате гравитационного коллапса протозвездных облаков. Одновременно с рождением звезды вокруг нее образуется газопылевой (протопланетный) диск, в котором содержится основная часть углового момента протозвездного облака. Существование околозвездных дисков и является одной из главных причин переменности блеска молодых звезд.

Аккреционная активность молодых звезд. Околозвездные диски обычно называют аккреционными, поскольку вещество диска продолжает аккрецировать на звезду. Этот процесс продолжается несколько миллионов лет (характерное время жизни протопланетных дисков). При аккреции потенциальная энергия околозвездного вещества переходит в кинетическую энергию, которая трансформируется при падении газа на звезду в тепловую энергию и далее – в излучение. Аккреционная светимость газа пропорциональна темпу аккреции и массе звезды и обратно пропорциональна ее радиусу.

Важную роль в процессе аккреции играет магнитное поле диска и магнитное поле самой звезды. Магнитное поле диска способствует образованию, так называемого, магнито-центробежного дискового ветра. Истекающее вещество выносит из диска избыток углового момента, что делает возможным сам процесс аккреции. Магнитное поле звезды формирует магнитосферу, которая выполняет роль промежуточного звена между аккреционным диском и звездой.

У молодых звезд солнечного типа (звезды типа T Тельца) магнитные поля у поверхности звезд достигают несколько килогаусс и имеют конфигурацию магнитного диполя. Магнитосфера такой звезды, вращаясь твердотельно с угловой скоростью звезды, способна остановить аккреционный диск на расстоянии 5-7 радиусов звезды. Начиная с этого расстояния характер аккреции резко меняется: газ движется к звезде вдоль магнитных силовых линий в режиме свободного падения и выпадает на ее поверхность в районе магнитных полюсов (см. рис.1). Общая площадь аккреционных пятен на поверхности звезды в модели магнитосферной аккреции не велика, в среднем порядка десяти процентов ее поверхности. Их температура порядка 10^4 K. Поэтому в

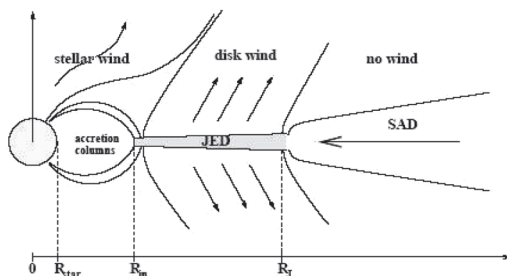


Рис. 1. Схематическая модель околозвездного окружения молодой звезды с магнитосферной аккрецией и дисковым ветром

случае холодных молодых звезд типа Т Тельца ($T_{\text{эфф}} \approx 4000$ К) вклад аккреционных пятен в излучение звезды оказывается весьма существенным, особенно в синей и ультрафиолетовой области спектра.

Так как темп аккреции не является строго постоянной величиной, излучение аккреционных пятен нестабильно. Эта нестабильность и является одной из причин переменности звезд типа Т Тельца. При этом амплитуда изменений блеска растет с уменьшением длины волны. При определенных условиях может наблюдаться периодическая или квазипериодическая модуляция излучения аккреционных пятен, вызванная модуляцией темпа аккреции. Одной из причин такой модуляции может быть несовпадение оси магнитного диполя с осью вращения звезды. Период изменений блеска звезды в этом случае равен периоду ее вращения.

Периодические изменения темпа аккреции могут быть вызваны также двойственностью молодых звезд при условии, что орбита двойной системы эксцентрическая. В этом случае период изменений блеска системы, вызванных модуляцией аккреционной светимости, равен орбитальному периоду.

Во всех без исключения моделях магнитосферной аккреции оптическое излучение аккреционного диска (обусловленное рассеянием околосредной пылью излучения звезды) не учитывается в виду его слабости. Тепловое излучение диска, нагретого излучением звезды, приходится на инфракрасный диапазон длин волн. Однако при больших значениях темпа аккреции диск нагревается также за счет вязкой диссипации собственной кинетической энергии. Для звезды типа Т Тельца с массой порядка массы Солнца пороговое значение темпа аккреции, при котором диссипативный нагрев становится более эффективным по сравнению с нагревом излучением звезды, равно примерно 10^{-6} массы Солнца в год. Если темп аккреции существенно превышает эту величину, то внутренние слои диска нагреваются до температуры, при которой оптическое излучение диска становится более мощным по сравнению с оптическим излучением самой звезды. Предполагается, что именно таким путем – в результате резкого увеличения темпа аккреции – происходят вспышки фуоров (название по родоначальнику – FU Ориона).

Вспышка одного из таких объектов – фуора V1057 Лебеда – показана на рис. 2. Она произошла в 1970 году. За сравнительно короткое время звезда увеличила свой блеск более, чем в сто раз, и с тех пор медленно возвращается в исходное состояние. Есть основания предполагать, что вспышки фуоров могут происходить у одной и той же звезды повторно. Тем не менее, феномен фуора – это редкое явление. На сегодня таких событий зарегистрировано у разных звезд всего около десятка.

Возникает вопрос: чем вызвано столь сильное и внезапное увеличение темпа аккреции? Однозначного ответа на этот вопрос все еще нет. В литературе по физике фуоров обсуждались две возможности: а) усиление аккреции, инициировавшее вспышку, произошло в результате развития неустойчивости в аккреционном диске молодой звезды; б) вспышка вызва-

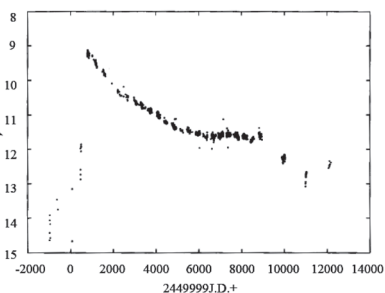


Рис. 2. Кривая блеска фуора V1057 Лебеда в полосе V из статьи [1].

на перетеканием вещества из околозвездного диска вторичного компонента на главный компонент двойной системы при прохождении периастра сильно вытянутой орбиты.

Переменная околозвездная экстинкция. Крупномасштабные фотометрические события в жизни молодых звезд могут наблюдаться значительно чаще по другой причине – из-за сильных флуктуаций околозвездной экстинкции. В наиболее чистой форме этот вид фотометрической активности наблюдается у звезд типа UX Ориона (известных также в литературе, как звезды с непериодическими алголе-подобными ослаблениями блеска). Это обусловлено двумя обстоятельствами: а) «оптимальной» ориентацией (небольшим наклоном) околозвездных дисков этих звезд относительно луча зрения, б) звезды этого подкласса – это преимущественно молодые горячие звезды типа Ae Хербига. По этой причине вклад горячих аккреционных пятен на их поверхности в оптическую светимость звезд (в отличие от звезд типа Т Тельца) пренебрежимо мал.

При небольшом наклоне диска луч зрения проходит сквозь его газопылевую атмосферу. Из-за движения околозвездного вещества количество пыли на луче зрения, а, следовательно, и величина околозвездной экстинкции непрерывно меняются, что отражается на блеске звезды. Таким образом, изучение поведения блеска звезд типа UX Ориона позволяет получить информацию о распределении вещества в околозвездных дисках молодых звезд, которую невозможно получить другими методами, в том числе, с помощью самых больших телескопов-интерферометров.

Во время алголе-подобных ослаблений блеска наблюдается ряд интересных явлений: на диаграммах «цвет-величина» наблюдается неоднозначное поведение показателей цвета: звезда сначала краснеет, затем при продолжающемся падении блеска показатели цвета меняется обратном направлении (рис.3). Эмиссия в линии H-альфа усиливается относительно слабого континуума. Увеличивается линейная поляризация. Все эти явления, как выяснилось, обусловлены коронаграфическим эффектом. Этот эффект, в свою очередь, обусловлен тем, что характерный размер газопылевого облака, экранирующего звезду от наблюдателя, много меньше характерного размера области, в которой образуется рассеянное излучение. Поэтому во время затмения

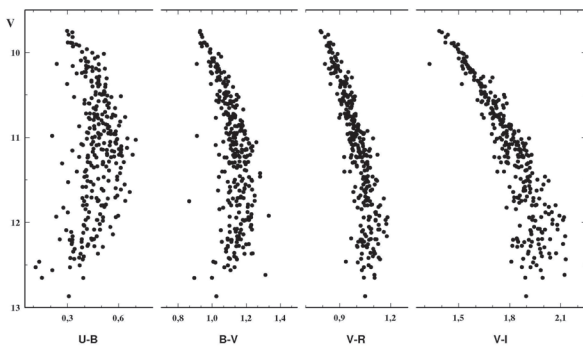


Рис. 3. Диаграммы «цвет-величина» RR Тельца по данным [2]

прямое (неполяризованное) излучение звезды ослабевает, тогда как интенсивность рассеянного (поляризованного) излучения не меняется, или меняется незначительно. Этим объясняется рост линейной поляризации в минимумах, а также поворот цветовых треков на диаграммах цвет-величина. Аналогичным образом объясняется также увеличение в минимумах блеска эквивалентных ширин эмиссионных линий. Моделирование этих эффектов позволяет получить важную информацию об оптических свойствах околозвездной пыли и ее распределении в окрестностях звезды (см. например, [3]).

Большой интерес представляют многолетние ряды фотометрических наблюдений таких звезд. Они позволяют выявлять и исследовать крупномасштабные структуры в молодых околозвездных дисках. В качестве примера такого ряда на рис. 4 показана кривая блеска звезды CQ Тельца. Фотометрический ряд охватывает интервал времени свыше ста лет. Первое наблюдение звезды было сделано в Москве в декабре 1895 года. Из рис. 4 видно, что в течение длительного времени CQ Тельца находилась в ярком состоянии. Начиная примерно с середины прошлого века звезда стала испытывать ослабления блеска, амплитуда которых постепенно нарастала. В последние десятилетия CQ Тельца очень активна. Амплитуда изменений ее блеска в полосе *B* составляет около 3 звездных величин. На кривой блеска отчетливо виден крупномасштабный фотометрический цикл продолжительностью около 21 года, который повторился уже дважды. Более детальный анализ показал [5], что кроме этого цикла в изменениях блеска CQ Тельца существует еще один, более короткий цикл продолжительностью около 2.7 года.

Может возникнуть вопрос: не вызвано ли пребывание CQ Тельца в ярком состоянии в эту эпоху тем, что фотографические наблюдения в начале прошлого века проводились на небольших телескопах? Ответ на этот вопрос отрицательный: на фотопластинках, полученных в те годы, отчетливо видны значительно более слабые звезды.

Циклическая активность обнаружена также в изменениях блеска ряда других звезд типа UX Ориона, в том числе в изменениях параметров линейной поляризации (рис.5). Она свидетельствует о крупномасштабных возмущениях в околозвездных дисках, которые могут быть следствием либо двойственности, либо наличия в окрестности звезды маломассивных компаньонов [6]. Остается, однако, загадкой, чем была вызвана радикальная смена фотометрической активности CQ Тельца, произошедшая в середине прошлого века. Этот вопрос касается не только CQ Тельца, но и некоторых других молодых звезд, в поведении блеска которых наблюдались внезапные и сильные изменения характера фотометрической активности (см. например, [7]).

Поверхностная неоднородность. Кроме двух указанных выше причин, изменения блеска молодых звезд могут быть вызваны также вращательной модуляцией, обусловленной наличием на поверхности

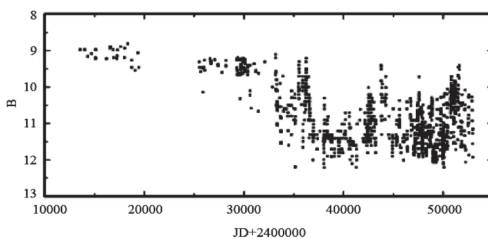


Рис. 4. Историческая кривая блеска CQ Тельца за период 1895-2003 годы из статьи [4].

звезды магнитных пятен. Это самый простой тип переменности блеска молодых звезд. Он наблюдается в виде периодических колебаний блеска с периодом, равным периоду вращения звезды. Амплитуда колебаний, как правило, мала. Поэтому вращательная модуляция блеска наблюдается лишь у фотометрически спокойных звезд типа WTTS (weak-lined T Tauri star), отличающихся низким уровнем аккреционной активности.

Исследование вращательной модуляции блеска представляет интерес в двух отношениях. Во-первых, зная период вращательной модуляции, радиус звезды и проекцию скорости вращения $V \sin i$, полученную по уширению фотосферных линий поглощения, можно определить угол наклона оси вращения звезды относительно картинной плоскости. У звезд, не имеющих никаких видимых деталей типа джетов или биконических истечений, определить этот угол другим путем невозможно. Во-вторых, наблюдения вращательной модуляции в течение длительного времени позволяют изучать магнитные циклы активности молодых звезд (см. например, [8]).

Более подробные сведения по физике молодых переменных звезд читатель может найти в статье [9] и обзорной [10].

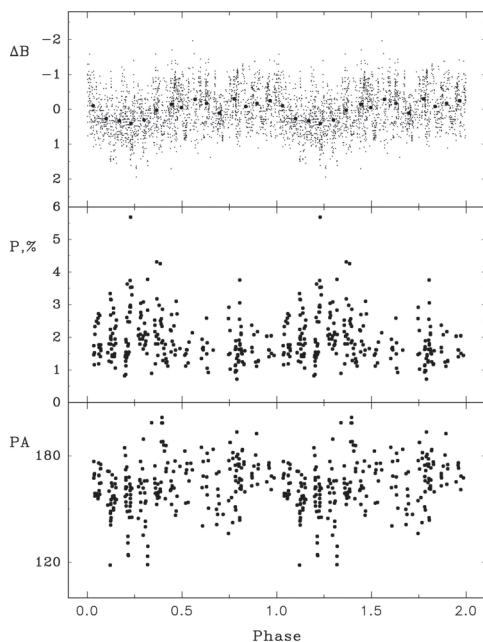


Рис. 5. Свертка фотометрического и поляризметрического рядов наблюдений СО Ориона с периодом $P=12.4$ года по данным [2].

1. Е.Н.Копацкая, В.П.Гринин, Д.Н.Шаховской, О.С.Шулов, *Астрофизика*, **45**, 175, 2002
2. А.Н.Ростопчина, Д.Н.Шаховской, В.П.Гринин, Н.Х.Миникулов, А.А.Ломач, *Астрон. Ж.* **84**, 460, 2004
3. A.Natta, B.A.Whitney, *Astron. Astrophys.* **364**, 633, 2000
4. В.П.Гринин, О.Ю.Барсунова, С.Ю.Шугаров и др. *Астрофизика*, **51**, 5, 2008
5. Д.Н.Шаховской, В.П.Гринин, А.Н.Ростопчина, *Астрофизика*, **48**, 165, 2005
6. Т.В.Демидова, В.П.Гринин, Н.Я.Сотникова, *Письма в Астрон. Ж.* 2010
7. E.Semkov, *Astron. Astrophys.* **419**, L59, 2004
8. M.B. Skelly, J.-F. Donati, J. Bouvier, et al. *MNRAS*, **403**, 159, 2010
9. С.А.Ламзин, А.С.Кравцова, М.М.Романова, С.Балтаха, *Письма в Астрон. Ж.* **30**, 460, 2004
10. V.P.Grinin, in "Disks, Planetesimals and Planets", Eds. by F.Garzon et al. *ASP Conf.* **219**, p. 216, 2000
11. П.П.Петров, *Астрофизика*, **46**, 611, 2003

ВСПЫХИВАЮЩИЕ ЗВЁЗДЫ ТИПА UV КИТА И РОДСТВЕННЫЕ ИМ ОБЪЕКТЫ

Р.Е.Гершберг

Введение. В 1958 году вспыхивающие красные карликовые звёзды, на которых в предыдущие десятилетия регистрировали около десятка скоротечных всплесков яркости, были выделены в отдельный тип переменных звёзд – объекты типа UV Кита (UV Cet), в определении которого фигурировала только их вспышечная активность. Вскоре фотометрические наблюдения таких звёзд обнаружили периодические малоамплитудные колебания блеска, которые были интерпретированы как свидетельства запятненности их поверхности. Спектральные наблюдения нашли мощную эмиссию в Бальмеровских линиях – свидетельства развитой хромосферы, и такие звёзды-карлики стали обозначать dKe и dMe.

Наблюдения на метровых радиоволнах обнаружили спорадические вспышки, что говорило о существовании на этих звёздах мощных корон. Совокупность этих наблюдательных фактов позволила Гершбергу и Пикельнеру (1972) отождествить физическую природу активности этих красных карликов с природой солнечной активности, несмотря на существенные различия глобальных параметров этих объектов – десятикратные различия в размерах и массах, двух-трёх кратные различия в поверхностных температурах и обусловленная этим полная несхожесть фотосферных спектров и огромный разброс возрастов красных карликов. Вскоре Маллэн (1975) показал, что все отмеченные особенности таких карликовых звёзд могут быть обусловлены сильными магнитными полями на их поверхности и плотной хромосферой. Эти работы послужили исходными для развития чрезвычайно богатой ветви звёздно-солнечной физики.

К настоящему времени на UV Cet-звёздах обнаружены практически все явления солнечной активности: скоротечные вспышки в диапазоне от метровых радиоволн до жёсткого рентгена, холодные пятна, мощные нестационарные хромосферы и короны, многолетние циклы активности. Многие эти явления наблюдаются и на звёздах всех промежуточных спектральных типов. Таким образом, Солнце и вспыхивающие красные карлики являются теми объектами, на исследования которых опирается изучение магнитной активности звёзд нижней части Главной последовательности от поздних F до M и L или, возможно, даже до T типов.

В этом обзоре даётся краткая сводка характеристик звёзд типа UV Кита и – очень сжато – родственных им объектов. Обзор основан на журнальных публикациях последнего десятилетия и моей монографии "Активность солнечного типа звёзд главной последовательности" (Одесса, Астропринт, 2002, 688 с.).

Оптические вспышки. В настоящее время известно около 1700 объектов, которые в каталогах отмечены как звёзды типа UV, то есть вспыхивающие (Гершберг и др., 2011). На подавляющем большинстве из них было зарегистрировано по одной, реже две оптические вспышки, и лишь несколько десятков красных карликовых звёзд были подвергнуты длительным патрульным фотометрическим наблюдениям, в ходе которых были зарегистрированы десятки вспышек, позволяющие сделать заключения о статистических характеристиках этих явлений.

Было установлено, что во временном распределении вспышек нет никаких периодичностей. Полная длительность оптических вспышек составляет от десятых долей секунды до многих часов, интервалы между вспышками — от минут до многих часов и суток. Регистрируются вспышки с амплитудами в большом диапазоне величин: от едва заметных всплесков на шумовой дорожке кривой блеска звезды до 5^m - 6^m (рис.1). Возгорание вспышек происходит обычно в несколько раз быстрее, чем их угасание.

Для звёзд, на которых были зарегистрированы более одного-двух десятков вспышек, удаётся построить их энергетический спектр, то есть статистическую зависимость энергии вспышек от их частоты, и при этом был обнаружен степенной характер спектра, как и для солнечных вспышек.

Спектральные исследования звёздных вспышек показали, что как по составу излучения, так и по его эволюции в течение вспышки они аналогичны солнечным. Основной вклад в оптическое излучение вспышек вносят эмиссионные Бальмеровские линии, эмиссии ионизованных кальция и магния, ли-

UV CET

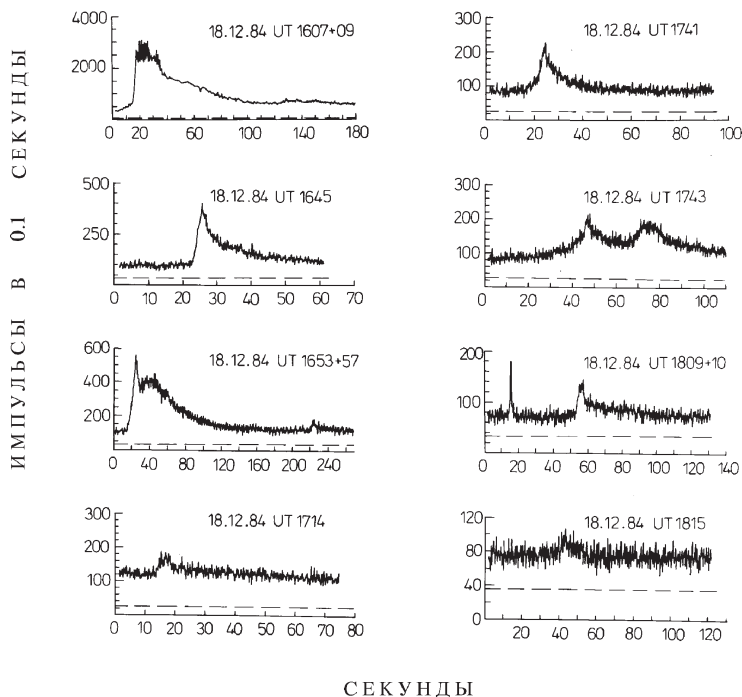


Рис. 1. Кривые блеска вспышек UV Cet, зарегистрированных на 6м БТА 18.12.1984 в течение 2.5 часов патрульных фотоэлектрических наблюдений в полосе U (Бескин и др., 1988).

нии нейтрального и в некоторых вспышках ионизованного гелия, многочисленные слабые линии металлов и сильный континуум, причём непрерывное излучение превалирует вблизи максимума блеска. Но даже во время сильных вспышек в спектре звезды сохраняются фотосферные молекулярные полосы TiO, что непосредственно свидетельствует о локальности вспышек: они определённо не охватывают всю звезду.

Количественный анализ оптического излучения звёздных вспышек позволил определить их физические характеристики. Так, UBVR_I-фотометрия одной из самых активных вспыхивающих звёзд EV Lac вблизи максимумов блеска девяти её самых мощных вспышек со средней амплитудой 2.5^m, когда в широких спектральных полосах превалирует непрерывное излучение, привела к средней чёрнотельной температуре этого континуума в 14000 K и средней площади вспышки около 10¹⁹ см² (Алексеев, Гершберг, 1997). Заметим, что самая большая по площади из этих девяти вспышек практически совпадает по размеру с самыми большими солнечными вспышками, а найденные температуры относятся к диапазону длин волн между Бальмеровским и Пашеновским скачками.

На кривых блеска некоторых вспышек средней продолжительности обнаружены высокочастотные пульсации с амплитудами в сотые звёздной величины и квазипериодами в десяток секунд; они интерпретируются как осцилляции вспышечных петель и методом корональной сейсмологии определяются их физические параметры (Жилиев и др., 2011).

В отличие от однопараметрической оценки чёрнотельной температуры континуума, определение физических характеристик вспышек является задачей с большим числом неизвестных, и в этой процедуре нет общепринятого алгоритма. Первые оценки параметров светящегося вещества во вспышках были получены по наблюдениям Бальмеровского декремента: с помощью простейших моделей декремента для нескольких вспышек ряда звёзд были получены электронные плотности от 10¹² до 10¹⁴ см⁻³, электронная температура около 15000 K и оптические толщины в Ly_α ~ 10⁻⁴-10⁻⁶. Более сложные схемы Бальмеровского декремента подняли на порядок величины верхнюю границу электронной плотности (n_e), раздвинули границы температурного диапазона до 8000-21000 K и увеличили в несколько раз указанную оптическую толщину. Для нескольких вспышек разных звёзд была получена оценка n_e ~ 10¹³ см⁻³ по последнему различимому члену Бальмеровской серии H15. По-видимому, значительный разброс численных значений перечисленных параметров связан не столько с различиями в использованных теоретических моделях, сколько с реальными различиями самих вспышек и фаз их развития, на которых было проведено спектрографирование.

Линии CaII усиливаются в спектрах звёздных вспышек несколько позднее водородных линий и затухают заметно дольше, тогда как линии HeI угасают заметно раньше водородных линий, а линии HeII обнаруживаются далеко не во всех вспышках.

Спектры звёздных вспышек показывают значительное разнообразие профилей и ширин эмиссионных линий, и это разнообразие следует сопоставить с известными свойствами солнечных вспышек, у которых полуширины H_α в ярких компактных ядрышках достигают 5-10 Å, тогда как вне этих структур они не превышают 1 Å. Уширение профилей эмиссионных линий, появление, как правило, в начале вспышки синей асимметрии и красной асимметрии в фазе максимума —

всё это свидетельствует о довольно сложной кинематике вещества во вспышке, которая включает тепловые движения со скоростями до одного-двух десятков км/с и систематические движения части светящегося вещества со скоростями до сотен км/с, обусловленные первоначальным локальным нагревом звёздной атмосферы и вызванными этим нагревом разнонаправленными ударными волнами.

Концепция локального разогрева участков солнечной атмосферы потоками быстрых электронов и последующих разнонаправленных движений вещества солнечных вспышек в корону и к фотосфере была выдвинута Костюк и Пикельнером (1974) и является сейчас общепринятой для солнечных и звёздных вспышек, хотя механизм появления быстрых частиц продолжает оставаться дискуссионным. В связи с этим следует упомянуть уникальное явление, зарегистрированное в Крыму во время вспышек звезды EV Lac 31.08/1.09.1994: появление на нескольких спектрах рядом со стандартной эмиссией HeII ($\lambda 4686\text{Å}$) на расстоянии $\sim 400\text{ км/с}$ нового компонента — это единственное на сегодняшний день прямое свидетельство о мощном вспышечном выбросе горячей плазмы из звезды (рис.2).

Один из последних количественных анализов профилей Бальмеровских эмиссионных линий от H_α до H_ϵ и линии H CaII в спектре вспышки EV Lac 30.08.1994 с амплитудой $\Delta U = 0.23^m$ был выполнен с учётом теории переноса излучения в линиях конечной оптической толщины и привёл к выводу, что электронная плотность достигала в ней $4 \times 10^{13}\text{ см}^{-3}$, электронная температура — 13500 К и вспышка занимала 0.22% видимого диска звезды (Алексеев и др., 2003). Как и на Солнце, во время звёздных вспышек происходит возмущение атмосферы по всей её высоте. Описанное выше оптическое излучение формируется в основном в хромосфере, возмущённая переходная область между хромосферой и короной порождает мощное ультрафиолетовое излучение, и излучение возмущённой короны регистрируется в рентгене и в радиодиапазоне. Эти проявления звёздных вспышек будут описаны ниже при рассмотрении внешних атмосфер вспыхивающих звёзд.

Звёздные пятна. Пятна на красных карликовых звездах были открыты в 1949 году Кроном (1952) по небольшим искажениям кривой блеска двойной системы YY Gem, которые нарушали обычный для затменных систем вид этой кривой. Оба компонента системы YY Gem являются вспыхивающими dMe звездами. Поскольку идея запятненности звёзд неоднократно высказывалась ещё в XIX веке и столько же раз отвергалась, то открытие Крона не привлекло особого внимания. Лишь через 15 лет, когда интерес к вспыхивающим эмиссионным карликовым звёздам был уже весьма высок и Чугайнов (1966) обнаружил запятненность в

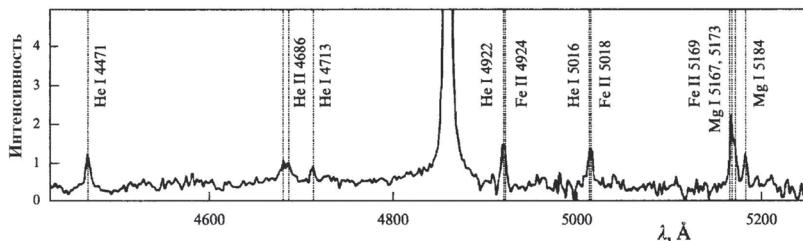


Рис. 2. Результаты спектрального патрулирования вспыхивающей красной карликовой звезды EV Lac в ночь с 31 августа на 1 сентября 1994 года в Крыму: суммарный спектр активных состояний звезды (Абрагин и др., 1998).

двойной системе BY Dra с такими же компонентами, исследования этого явления получили широкое распространение. Для обозначения запятненных звёзд вошел в употребление термин "звезды типа BY Dra", хотя теперь ясно, что это не новый тип переменности, а новое проявление активности рассматриваемого типа на красных карликовых звёздах. Тем не менее, более четырёх сотен объектов отмечены в каталогах как переменные BY типа (Гершберг и др., 2011).

Характерная амплитуда блеска BY переменных составляет около одной десятой звёздной величины, в предельных случаях она составляет 0.01^m или достигает $0.2-0.3^m$. Характерные периоды – это периоды осевого вращения звезды в 7-10 суток, но есть и более быстрые, и очень медленно вращающиеся пятнистые звёзды. Запятненность звёзд меняется от сезона к сезону наблюдений, то есть картина пятнистости меняется за несколько месяцев: на больших временных интервалах имеют место спорадические изменения среднего блеска, амплитуды его колебаний, сдвиги фазы и малые вариации периода.

Задача построения карты запятненности звезды по её фотометрической кривой не имеет однозначного решения. С конца 1960-х годов было предложено около десятка различных алгоритмов, которые давали круглые пятна или пятна, ограниченные дугами меридианов и широт, пятна с чёрнотельной температурой или с температурой звезды более позднего спектрального типа, пятна с меняющейся яркостью по радиусу, решения с учётом потемнения к краю диска звезды или без него, с различными ориентациями оси вращения звезды относительно наблюдателя. Сперва с помощью этих алгоритмов отыскивали параметры одного пятна – его размер, координаты и температуру, которое могло бы объяснить все наблюдаемые эффекты запятненности; затем были развиты схемы для построения карт с двумя пятнами с искомыми параметрами и были даже попытки найти параметры третьего пятна. Основной результат многих десятков работ, выполненных с помощью этих алгоритмов, сводится к тому, что фотометрические исследования обнаруживают общую площадь звёздных пятен до десятков процентов поверхности звезды, а разность температур пятен и невозмущённых фотосфер составляет от нескольких сотен К до 1800 К. Тогда как максимальная запятненность Солнца не превышает 0.5%, и солнечные пятна холоднее фотосферы на 2000 К. В случаях многолетнего мониторинга были получены данные о дрейфе пятен по поверхности звезды и оценена величина её дифференциального вращения (Родано, 1992). Во многих случаях, когда пониженная яркость звезды наблюдалась продолжительное время, предлагалось существование на высоких широтах, даже в околополярной области, незаходящих пятен, чего нет на Солнце.

С ростом числа предполагаемых пятен число искоемых параметров неоднородной поверхности звезды растёт столь стремительно, что задача перестаёт быть корректно решаемой. Для преодоления этой трудности Алексеев и Гершберг (1996) предложили характеризовать запятненность звёзд не отдельными пятнами с искомыми параметрами, а коллективными свойствами пятен в так называемой зональной модели. В этой модели предполагается, что общий фотометрический эффект звёздных пятен при регистрации блеска звезды эквивалентен эффекту двух симметричных относительно экватора полос пониженной и неравномерной по долготе яркости. Такая модель описывается четырьмя свободными параметрами: расстоянием темных полос от экватора, их шириной, отношением поверхностной яркости пятен и невозмущенной фотосферы звезды и параметром изменения

ширины полос по долготе. Полагая эту ширину на некоторой долготе равной единице, на противоположной долготе она достигает некоторого минимума – его величина и есть четвертый параметр модели. Очевидна аналогия такой модели с размазанной по долготе картиной солнечной запятнённости.

Алексеев (2001) построил вычислительный алгоритм для определения параметров зональной запятнённости по данным BVRI-фотометрии и единообразно проанализировал наблюдения 25 красных карликовых звёзд в течение более 340 наблюдательных эпох. Эта выборка включила звёзды в диапазоне спектральных типов от dG1e до dM4.5e и со скоростями вращения от нескольких единиц до 25 км/с. Рассмотрение полученных результатов показало, что кривые блеска запятнённых красных карликовых звезд в моменты максимумов и минимумов удается представить в рамках этой простейшей 4-параметрической модели зональной запятнённости с разностями О-С, не превышающими погрешности наблюдений, при ширинах полос запятнённости от 5° до 34°, их удалённости от экватора до 55°, разностях температур фотосфер и пятен от 300 К до 2000 К и общей запятнённости в интервале от 2 до 50% поверхности звезд. (Заметим, что все построенные зональные модели представляли наблюдения без холодных околполярных пятен, хотя при вычислении параметров модели такие пятна заранее не исключались.)

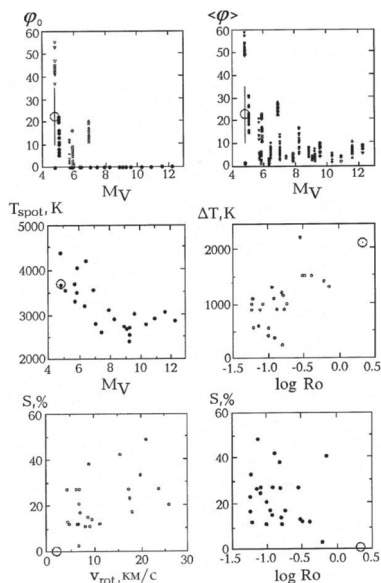


Рис. 3. Сопоставление вычисленных параметров моделей зональной запятнённости красных карликовых звезд – широты ϕ_0 , средней широты пятен $\langle\phi\rangle$, температуры пятен T_{spot} , разности температур фотосферы и пятен ΔT и степени запятнённости звездной поверхности S и глобальных звездных параметров – абсолютной звездной величины M_V , скорости вращения v_{rot} и чисел Россби (Алексеев, 2001).

ности от экватора до 55°, разностях температур фотосфер и пятен от 300 К до 2000 К и общей запятнённости в интервале от 2 до 50% поверхности звезд. (Заметим, что все построенные зональные модели представляли наблюдения без холодных околполярных пятен, хотя при вычислении параметров модели такие пятна заранее не исключались.)

На рис. 3 приведено сопоставление полученных Алексеевым (2001) параметров зональных моделей с глобальными характеристиками рассмотренных им звёзд в разные эпохи наблюдений: высоты полос запятнённости над экватором ϕ_0 , средней широты пятен $\langle\phi\rangle$ и температуры пятен T_{spot} сопоставлены с абсолютными величинами M_V , разности температур фотосфер и пятен ΔT и полные площади пятен S – с логарифмами чисел Россби, равным отношению периода осевого вращения звезды к характерному времени циркуляции конвективных вихрей, и величины S – со скоростями вращения звёзд v_{rot} . Рисунок обнаруживает определённый ход величин ϕ_0 , $\langle\phi\rangle$ и T_{spot} с M_V и ΔT с $\lg Ro$, но довольно слабую зависимость S от v_{rot} и от $\lg Ro$. Зависимость $\phi_0(M_V)$ показывает, что начиная с $M_V < 7^m$ полосы запятнённости заметно отходят от экватора, тогда как у абсолютно более слабых звёзд эти полосы сливаются на экваторе.

ре. Круг с точкой и вертикальными прямыми соответствует диапазонам солнечных пятен, которые, как показывает рисунок, неплохо вписываются в рассматриваемые характеристики пятен вспыхивающих звёзд.

Позднее Алексеев (2004) ввёл два дополнительных параметра для описания более сложной зависимости ширины полосы запятнённости от долготы – физически это означало рассмотрение двух активных долгот на звезде – и представил экстремальные точки кривых блеска 25 звёзд в 679 эпохах с точностью не хуже 0.01^m . У нескольких наиболее запятнённых звёзд, для которых рассчитанные зональные модели обнаружили раздельные пояса запятнённости, Лившиц и др. (2003) нашли систематическое смещение нижних границ этих поясов к экватору по мере развития цикла активности, то есть одновременно с ростом площади таких поясов; иными словами, на этих активных звёздах были обнаружены звёздные аналоги солнечным бабочкам Маундера.

Параллельно и независимо от фотометрических исследований запятнённости звёзд развивались методы спектрального изучения их поверхностных неоднородностей. К настоящему времени наиболее развит метод Допплера картирования звёздной поверхности, который включает скрупулёзный анализ ряда профилей спектральных линий на многих фазах вращения звезды (Донати и др., 1997; Бердюгина, 1998). При этом поверхность звезды разбивается на многие десятки небольших участков, и результирующий профиль линии рассматривается как сумма этих локальных профилей; бегущие при вращении звезды по суммарному профилю отдельные детали приписываются определённым участкам звёздной поверхности, долготы этих участков определяются по положению детали на расширенном вращением суммарном профиле, а их широты – по диапазонам соответствующих лучевых скоростей: они максимальны на экваторе и пренебрежимо малы в околополюсных широтах.

Допплерово картирование свободно от топологических ограничений моделей зональной запятнённости, в которых в каждом полушарии звезды предполагается только одна односвязная область запятнённости, но это картирование, как и картирование звёздной поверхности по фотометрическим данным, не свободно от проблем решения обратных задач и приложимо только к достаточно ярким звёздам со сравнительно высокими скоростями вращения, поскольку требует спектрограммы высокого разрешения, которые получены при экспозициях, составляющих лишь малую долю периода вращения. Поэтому подавляющее большинство результатов этого метода относится к переменным повышенной светимости типов RS CVn и T Tau, и в обзоре Штрассмайера (2009) из 79 объектов, подвергнутых Допплерову картированию, только 9 относятся к ВУ звёздам. Среди этих 9 единственные красные карлики – это идентичные компоненты dM1e системы YY Gem; согласно Хачесу (1995), оба компонента заметно запятнены на широтах около 45° , есть слабые пятна на экваторе и нет пятен выше 60° .

Вспыхивающих звёзд, подвергнутых и фотометрическому, и Допплерову картированию, по-видимому, всего три: K1e карлик AG Dor в двойной системе с видимыми линиями одного компонента, одиночный K2 карлик LQ Hya и молодой "близнец" Солнца EK Dra G1.5Ve, причём LQ Hya была подвергнута Допплерову картированию неоднократно. Сравнение этих независимых процедур показывает, что имеют место случаи как неплохого согласия фотометрического и Допплера картирования, так и существенные различия результатов.

Звёздные пятна, как и солнечные, обусловлены локальными магнитными полями. Однако, определение параметров магнитных полей звёздных пятен — одна из сложнейших экспериментальных задач в изучении вспыхивающих звёзд. Если на Солнце исследуются определённые участки конкретных пятен, то при магнитометрических наблюдениях звёзд даже при успешной регистрации магнитного потока возникает нетривиальная задача определения его источника: это однополюсное большое пятно, или группа небольших разнополюсных пятен с преобладанием потока одного знака, или нормальная фотосфера, или активные области хромосферы. После неудач ряда исследователей первые успешные магнитометрические измерения по Зеемановскому уширению были выполнены Сааром и Линским (1985), которые по четырём инфракрасным линиям нейтрального титана обнаружили на AD Leo магнитное поле с напряжённостью 3800 Гс, покрывающее 73% поверхности звезды. Позднее были собраны данные о 16 звёздах спектральных типов от G0V до M4.5V с напряжённостью магнитных полей от 1.0 до 4.2 кГс и покрывающих от 1.9 до 70% поверхности. Наиболее наглядный результат магнитометрических наблюдений приведен на рис.4.

Развивая Доплерово картирование, Донати и др. (1997) предложили новый Зееман-Доплеровский спектрополяризметрический метод (ZDI) магнитометрических исследований, в котором круговая поляризация измеряется на отдельных участках профиля линии. В принципе, этот метод дает информацию о трехмерной структуре поля, поскольку позволяет определять его радиальные, меридиональные и азимутальные компоненты, используя профили большого числа спектральных линий в поляризованном по кругу свете. Среди двух десятков объектов, изученных Донати и др. (1997), имелись 2 К-карлика: LQ Hya и CC Eri. В их спектрах были зарегистрированы до двух тысяч линий, и их анализ показал, что магнитные поля на этих звездах состоят из отдельных магнитных областей разной полярности и разной ориентации, и их поверхности определенно не горячее спокойной фотосферы, то есть, это пятна, а не факелы. Позднее было получено заключение, что на поверхности LQ Hya существуют крупномасштабные струк-

туры азимутального поля с напряженностью в сотни Гс и с разными знаками на разных широтах, и такие структуры сохраняются многие годы.

В конце 90-х годов были выполнены магнитометрические наблюдения ряда звезд солнечного типа. Плачинда и Тарасова (2000) нашли четкие периодические вариации общего поля ξ Boo A от +30 до -10 Гс с периодом около 6 суток, совпавшим с периодом осевого вращения звезды. Затем Тарасова и др. (2001) измерили общее магнитное поле ещё у трёх звезд солнечного типа — ϵ Eri, χ^1 Ori и 61 Cyg A — и во всех случаях получили значимые результаты на уровне десятка Гс. Плачинда и др. (2002) провели их совместный анализ и нашли довольно уверенный ход общего магнит-

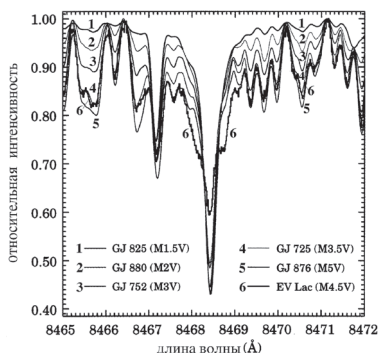


Рис. 4. Спектры вспыхивающей звезды EV Lac и неактивных М карликов в области магниточувствительной линии $\lambda 8468\text{Å}$ (Джонс-Крулл и Валенти, 1996).

ного поля звезды 61 Cyg A в диапазоне от +4 до -13 Гс, синхронный со звёздным вращением, но на фоне гладкой синусоидальной кривой обнаружили 3 или 4 резких "выброса", которые угасали в течение 2-4 суток. Эти "выбросы" были интерпретированы как результат появления на поверхности звезды крупной магнитной структуры типа лидирующего пятна биполярной группы с заметным магнитным потоком и последующим выходом через десятки часов аналогичной структуры типа хвостового пятна группы с магнитным потоком другого знака. Численное моделирование показало, что для получения наблюдаемого эффекта подходит появление таких структур на низкой широте с напряженностью поля до 3-4 кГс и характерным размером около 10^{10} см.

Подведем итоги.

1. Как и Солнце, звёзды нижней части главной последовательности не имеют глобальных сильных магнитных полей, присущих некоторым звёздам ранних спектральных классов. Напряжённости таких глобальных полей рассматриваемых звёзд не превышают одного-двух десятков Гс.

2. Но многим звездам-карликам средних и малых масс, как и Солнцу, присущи локальные магнитные поля многочисленных небольших разнополюсных структур с напряжённостью от сотен Гс до многих кГс, хотя среди изученных G-K-M карликов есть и такие, у которых поля оказываются слабее достигнутого порога обнаружения.

Интерпретация измеряемых параметров локальных магнитных полей не является очевидной и требует дополнительных модельных построений. По-видимому, измерения в оптической области, особенно на G и ранних K карликах, дают магнитные параметры фотосферных факелов, тогда как в инфракрасной области, особенно у M звёзд, начинают обнаруживаться поля звёздных пятен. Пока нет общепринятого алгоритма расчёта трехкомпонентной модели, состоящей из нормальной фотосферы, факелов и пятен. Но недавно Бердюгина и др. (2008) сообщили о наблюдении круговой поляризации в молекулярных линиях в спектрах M карликов, соответствующей магнитному полю одной поляризации и покрывающему до 10% поверхности звезды.

3. Напряжённости локальных магнитных полей карликовых звезд ограничены условием равенства давлений поля и газа в окружающей фотосфере. Поэтому они систематически возрастают от многих сотен Гс у G звёзд до многих кГс у M карликов, "не помнят" конкретный механизм их генерации и не коррелируют ни с фактором заполнения поверхности, ни со скоростью вращения звезды.

4. Общая эффективность механизма генерации полей определяется глубиной конвективной зоны и скоростью вращения звезды. Как эта общая эффективность, так и временные вариации магнитного потока проявляются в величине фактора заполнения, систематически возрастающей от нескольких сотых у G звезд до приближающейся к единице у M карликов. С ростом угловой скорости вращения возрастает общий магнитный поток или пропорциональная ему средняя напряженность поля.

5. Накопленные данные наблюдений до сих пор не дали прямых подтверждений существования в звёздных пятнах магнитных полей с напряженностью в десятки кГс, хотя поля факелов в несколько кГс можно рассматривать как косвенный аргумент в пользу таких сильных полей пятен. Подробный обзор проблемы звёздных пятен как ключа к звёздному динамо выполнен Бердюгиной (2005).

Очевидно, что запятнённая фотосфера излучает меньше энергии, чем та же фотосфера, свободная от пятен. Где же находится или как и куда уносится дефицит излучения запятнённых фотосфер? Этот вопрос до конца не выяснен и для Солнца. Хотя малая площадь солнечных пятен не оставляет сомнений в том, что это локальная проблема. Но, когда пятна покрывают десятки процентов поверхности, то дело касается энергетики всех верхних слоёв звезды.

На рис.5 дано сопоставление величин болометрического дефицита фотосферного излучения вспыхивающих звёзд, вычисленного по зональным моделям запятнённости (Алексеев, 2001), с излучением звёздных хромосфер и корон в те же наблюдательные эпохи (Алексеев и др., 2001). Рисунок обнаруживает тесную связь сопоставляемых величин: в первом случае коэффициент корреляции 0.86 ± 0.07 , во втором — 0.76 ± 0.17 . Таким образом, рисунок определённо указывает на существование тесной связи энергетики фотосферы и всех слоёв звёздной атмосферы.

Но вопрос о механизме выноса дефицита излучения (Альвеновские волны, как предполагал Маллэн (1975)) и о механизме перестройки атмосферы под влиянием этого нерадиативного потока энергии остаётся открытым.

Хромосферы и переходные зоны к коронам. Сильная эмиссия в линиях H_α и H_β , обнаруженная в самом начале изучения вспыхивающих звёзд, свидетельствовала об их мощных хромосферах. Типичная эквивалентная ширина эмиссии H_α составляет у них несколько ангстрём, тогда как в активных областях на Солнце в центре сильной абсорбции H_α заметен лишь небольшой эмиссионный пик с эквивалентной шириной в сотые доли ангстрёма. По спектру спокойного состояния звезды EV Lac Вилсон (1961) оценил температуру хромосферы этой звезды в 14000 К. Первое количественное сравнение Бальмеровской эмиссии вспыхивающих звёзд в спокойном состоянии и спектров солнечной хромосферы, полученных на разных высотах над лимбом во время затмений, привело к выводу о превышении в десятки раз плотности в звёздных хромосферах (Гершберг, 1970). Исследование эмиссионного Бальмеровского декремента в таких объектах подтвердило этот вывод (Гершберг, 1974; Кацова, 1990).

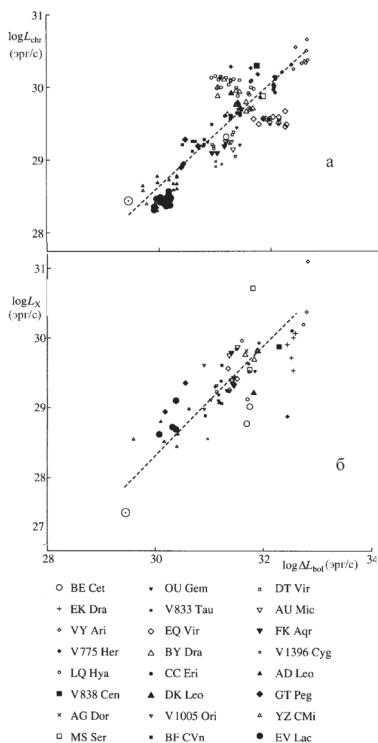


Рис. 5. Сопоставление болометрических дефицитов фотосферного излучения с радиативными потерями хромосферы (а) и короны (б) (Алексеев и др., 2001).

Водородная эмиссия в спектре М-карлика является достаточным критерием для отнесения звезды к вспыхивающим и запятнённым. Наблюдения, в которых зарегистрированы эквивалентные ширины эмиссии H_α больше 1 Å, дают 16% от общего числа М-карликов. Но, как показали расчёты Крэма и Маллэна (1979), слабые хромосферы приводят сперва к усилению линии поглощения H_α и лишь после достижения $W(H_\alpha) = -0.7$ Å с дальнейшим усилением хромосферы линия поглощения начинает заливаться, и затем формируется эмиссия.

Наряду с эмиссионными водородными линиями в спектрах вспыхивающих звёзд с развитыми хромосферами зарегистрированы очень сильные резонансные линии Н и К CaII и h и k MgII, отношение абсолютных потоков в линиях h и k Mg II к болометрической светимости звезды R_{hk} можно рассматривать как меру общих потерь звезды на хромосферное излучение без учета водородной эмиссии. Собранные данные обнаружили практическую независимость этой величины от эффективной температуры звезды, хотя для активных звезд $R_{hk} \sim 10^{-4}$, тогда как у неактивных звезд $R_{hk} \sim 2 \cdot 10^{-5}$. Но у dMe звезд потоки в Бальмеровских линиях существенно превышают потоки в линиях Mg II – в 5 раз у AU Mic и YZ CMi и в 17 раз у UV Cet – и превосходят потоки во всех других хромосферных линиях вместе взятых; так что водородная эмиссия этих звезд является основным механизмом радиативных потерь их хромосфер.

Интенсивность этих резонансных линий относительно Бальмеровских линий возрастает при переходе к звёздам более ранних спектральных типов. Как и в спектре солнечной хромосферы, в звёздных спектрах регистрируются эмиссии в центре ИК линий триплета CaII, линий FeI, HeI, SiI, CaI, D Na; у последних и у линии нейтрального гелия λ 10830 Å, как и у H_α , наблюдается немонотонный ход интенсивности с усилением хромосферы. Таблица 1 даёт представление об относительном вкладе различных эмиссий в суммарное оптическое излучение хромосфер.

Таблица 1. Относительные вклады различных эмиссий в суммарные радиативные потери хромосфер (по Петтерсену, 1987).

Спектр- альный тип	Звезда	Радиативные потери на			
		Бальмеровские линии	CaII НК + ИК триплет	MgII hk	другие линии
dM6e	UV Cet	0.77	0.05	0.07	0.11
dM5e	YZ CMi, AT Mic	0.60	0.10	0.15	0.15
dM4e	EV Lac, EQ Peg	0.53	0.21	0.11	0.15
dM1e	AU Mic, YY Gem	0.43	0.29	0.14	0.14
dM0e	V 1005 Ori	0.30	0.36	0.25	0.09
dK5e	EQ Vir, BY Dra	0.20	0.40	0.20	0.20
dG2	Солнце	0.13	0.64	0.23	

Как уже упоминалось, особое место в энергетике звёздных хромосфер занимают линии CaII и, в частности, ультрафиолетовые линии Н и К. Эти линии очень удобны для фотографических наблюдений, и в начале 60-х годов Олин Вилсон начал многолетнюю программу их регулярных наблюдений в спектрах сотни отобранных им звёзд. Эту программу продолжили его последователи, и за 30 лет был накоплен огромный наблюдательный материал (Бальюнас и др., 1995), обычно обозначаемый как НК-проект. Благодаря локальным нео-

днородностям звёздных хромосфер, анализ этих данных на коротких временных интервалах в сутки и недели позволил определить периоды осевого вращения многих десятков звёзд и в ряде случаев обнаружить эффект дифференциального вращения. Анализ этих данных на временах в годы позволил открыть явления типа солнечного 11-летнего цикла. Сопоставление найденных параметров с глобальными характеристиками звёзд служит многим построениям по звёздному магнетизму – основной проблеме вспыхивающих звёзд.

Поскольку механизм нагрева даже солнечной хромосферы до конца ещё не выяснен (Зайцев, Кислякова (2010)), то расчёт звёздных хромосфер "из первых принципов" невозможен, и существуют различные полуэмпирические модели. Их построение начинается с выбора температурного градиента над фотосферой, к нему из условия гидростатического равновесия добавляется ход плотности, в такой среде проводится неЛТР расчёт ионизационного состояния водорода, и затем проводится расчёт выходящего потока в какой-либо линии или в континууме. Итерацией этой схемы достигается согласие расчётов с наблюдениями.

До конца XX века было рассчитано более дюжины полуэмпирических моделей звёздных хромосфер, причём рассматривались как звёзды солнечного типа, так и более поздние вспыхивающие звёзды EQ Vir, 61 Cyg B, YZ CMi, ε Eri, AU Mic, Gl 105 B и другие, и проводились сопоставления с наблюдаемыми профилями линий K CaII, H α , H β , h и k MgII и λ 4571 A MgI, λ 10830 A HeI, D Na, λ 4227 A CaI, Ly α и других линий. В некоторых из таких построений использовались и ультрафиолетовые линии. Мауас и Фалки (1994) предприняли расчет полуэмпирической модели атмосферы вспыхивающей звезды AD Leo в спокойном состоянии, подбирая параметры модели таким образом, чтобы представить одновременно большое число наблюдаемых величин: звёздный континуум от UBVR до 25 мкм, профили линий Бальмера, дублета D Na, триплета b Mg, линии CaI λ 4227 A, линии K CaII и компонента инфракрасного триплета этого иона λ 8499 A, потоки в Ly α и h и k MgII. В расчетах учитывались 8 элементов в предположении их солнечного содержания и в предположении турбулентной скорости 1-2 км/с. В полученной модели поток в Ly α оказался втрое выше наблюдаемого, наблюдаемый и вычисленный потоки в магниевом дублете совпали, поток в линии K CaII оказался в 5 раз ниже наблюдаемого, потоки в Бальмеровских линиях H α , H β , H γ и H δ отличались от измеренных не более, чем на 1/3; но часть этих расхождений может быть отнесена за счёт разного уровня активности звезды в моменты неодновременных наблюдений в различных участках спектра.

В работах Барановского и др. (2001) было проведено моделирование эмиссионного спектра вспыхивающей красной карликовой звезды EV Lac в спокойном и активном состояниях. Расчет эмиссионного спектра EV Lac в спокойном состоянии состоял в построении такой хромосферной модели, которая воспроизводила бы средние наблюдаемые эквивалентные ширины и эмиссионные профили H α , H β и H γ при отсутствии линии HeI λ 4471 A, которая в спектре этой звезды вне вспышек не наблюдается. Такое воспроизведение наблюдений было достигнуто для трёх моделей: для хромосферы, равномерно покрывающей всю поверхность звезды, и для совокупности активных областей, занимающих 1/2 и 1/3 общей поверхности звезды и дающих всю наблюдаемую хромосферную эмиссию при предполагаемом полном отсутствии такой эмиссии на остальной поверхности

звезды. Во всех трёх моделях представление наблюдений потребовало присутствия в структуре хромосферы температурного плато, простирающегося по высоте в диапазоне колонковых плотностей – то есть суммарных масс в столбе единичного сечения по лучу зрения от бесконечности до рассматриваемого уровня – от $\lg m = -5.5$ до $\lg m = -2.3$: в этой области формируется основной поток в рассматриваемых Бальмеровских линиях, температура вещества составляет 6500–7000 К и его электронная плотность от 10^{11} до $2 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$. При линейной протяженности по глубине около 500 км эта структура лежит значительно ближе к поверхности звезды, чем аналогичное плато в солнечной атмосфере.

Выполненный учёт скважности хромосферы EV Lac показал, что активные области должны иметь более высокую плотность, большую оптическую толщину, более высокую среднюю электронную температуру, более широкий диапазон температур на температурном плато и меньшую протяженность этого плато по глубине, то есть больший градиент $dT/d\lg m$, чем в однородной хромосфере.

Расчеты эмиссионных спектров EV Lac в активном состоянии были проведены для 6 моментов четырех вспышек звезды; UVBRI измерения использовались при этом для оценки дополнительного непрерывного излучения звезды. Предполагалось, что вспышки развиваются в одной из активных областей, занимающих в сумме 1/3 поверхности звезды, и площадь вспышки была дополнительным искомым параметром. Расчёты показали, что в структурах звёздных вспышек, как и в спокойном состоянии звезды, имеют место температурные плато, их нижняя граница локализуется на глубине $\lg m = -1$, а верхняя у разных вспышек находится на уровне от $\lg m = -3$ до $\lg m = -2$; электронная температура в областях плато составляет те же 6000–7000 К, а электронная плотность достигает $3 \cdot 10^{12}$ – $2 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$.

Построения по алгоритму Э.А.Барановского были продолжены с использованием эшелельных спектрограмм в сочетании с UVBRI фотометрией (Алексеев и др., 2003). Анализ этих данных потребовал введения еще большей неоднородности источника хромосферного излучения EV Lac, а именно, перманентно существующих микровспышек, практически необнаруживаемых фотометрически, но дающих, тем не менее, основной вклад в излучение Бальмеровских эмиссионных линий. Впервые построенные полуэмпирические модели таких структур обнаружили их значительное сходство с моделями индивидуально регистрируемых вспышек, но существенное отличие от моделей активных областей: в моделях микровспышек электронная плотность повышена на 2 порядка величины по сравнению с активными областями, и температурное плато еще больше смещено в глубокие слои атмосферы. Тем не менее, эти микровспышки удовлетворительно продолжают энергетический спектр вспышек этой звезды, построенный по вспышкам большей мощности.

Таким образом, построение полуэмпирических моделей звёздных хромосфер позволило удовлетворительным образом представить многие наблюдения и обнаружить качественно новые явления – температурное плато и микровспышки, а также уточнить положение температурного минимума и начала переходной зоны к короне.

Звёздные хромосферы простираются до высот, где электронная температура составляет 15000–20000 К. Здесь водород и гелий уже практически полностью ионизованы, а выше при температурах 50000–200000 К, в так называемой пере-

ходной зоне к короне, сток радиативной энергии, компенсирующий нерадиативный механизм нагрева, осуществляется излучением в линии Ly_α и многократно ионизованных атомов. Эмиссия Ly_α прослеживается до поздних A и ранних F звезд, то есть до объектов с очень тонкими конвективными оболочками, а у вспыхивающих звезд отношение $R(\text{Ly}_\alpha)$ достигает самых больших значений $3 \cdot 10^{-4}$.

Как правило, излучатели переходной зоны находятся в ультрафиолетовом диапазоне длин волн, доступном только для наблюдений из космоса, и такие наблюдения были проведены на космических аппаратах IUE, Hubble, FUSE, EUVE. При этом были зарегистрированы эмиссионные линии Ly_α , HeII, CIV, CIII, CII, CI, NV, SiIV, SiII, FeII, AlIII, AlII, OIII, SiI, SI, MgII и некоторые другие. В диапазоне длин волн 1170–1730 Å в спектре одной из самых активных вспыхивающих звезд AU Mic Пагано и др. (2000) зарегистрировали 142 эмиссионные линии 28 атомов и ионов. Конечно, часть этих эмиссий, особенно атомов в низкой степени ионизации, формируется ещё в хромосфере.

Среди эмиссионных линий, возникающих в переходной зоне, самыми сильными являются линии ультрафиолетового резонансного дублета C IV λ 1548/51 Å, и отношение потоков в этих линиях к болометрической светимости звезды $R(\text{CIV})$ характеризует энергетические затраты на нагрев этой зоны. Величина $R(\text{CIV})$ активных звезд существенно выше, чем у неактивных карликов, и заметно возрастает к более холодным звездам. То обстоятельство, что $R(\text{hk})$ и $R(\text{CIV})$ обнаруживают столь различную зависимость от эффективной температуры звезды, наводит на подозрение о различных механизмах нагрева хромосфер и переходных зон. В пользу этого подозрения свидетельствует и четкое, но нелинейное соотношение между суммарными потоками в линиях переходной зоны и хромосферы: $F_{\text{пз}} \sim F_{\text{хр}}^{1.44 \pm 0.02}$ (Оранже и др., 1982).

Линский и Вуд (1994) исследовали профили эмиссионных линий CIV и SiIV в спектре активной вспыхивающей звезды AU Mic и нашли, что их крылья до 200 км/с в три раза превосходили крылья инструментального профиля. Наблюдаемые профили обеих линий были представлены суммами двух гауссиан с ширинами около 30 и 170 км/с пренебрежимо малыми относительными смещениями их центров. Найденные ширины заметно превышают ожидаемые Доплеровские ширины при температуре формирования этих линий. Узкие компоненты напоминают профили этих линий, наблюдаемые в активных и спокойных областях Солнца, а широкие компоненты сходны с теми, что обнаружены в так называемых взрывных явлениях на Солнце, живущих около минуты на небольших участках в несколько угловых секунд и появляющиеся на диске Солнца с частотой несколько сотен в секунду; занимая около 1% солнечной поверхности, они дают около 5% излучения в линиях CIV и SiIV, тогда как широкие компоненты в спектре AU Mic дают до 40% потока в этих линиях и должны занимать около 12% поверхности звезды.

Физика этих взрывных явлений еще не вполне ясна. Полные радиативные потери в таких наиболее активных участках оцениваются в несколько единиц 10^9 эрг/см²с и соответствующее отношение $R_{\text{tot}}=0.23$ – одно из рекордных отношений для магнитного нагрева звездных атмосфер. Сравнение спектров AU Mic со спектрами солнечной вспышки и активной области обнаружило его близость спектру вспышки. По отношениям интенсивностей различных

линий обнаружена существенная неоднородность плотности с перепадом до 30 раз, структуры с низкой плотностью покрывают 10-20% поверхности, с высокой – около 0.1%, но дают сравнимый вклад в общую меру эмиссии и в суммарные профили эмиссионных линий.

Звездные короны. Самые верхние слои атмосферы вспыхивающих звёзд – звездные короны – исследуются в двух предельно разнесённых диапазонах электромагнитного излучения: в среднем и жёстком рентгене и в радиодиапазоне от микроволн до дециметровых радиоволн. Рентгеновское излучение – это свободно-свободная эмиссия высокотемпературной корональной плазмы, позволяющая оценивать её температуру и массу. В радиодиапазоне – это нетепловое излучение, возникающее в плазме низкой плотности при наличии магнитных полей, оно может возникать вследствие плазменных колебаний или мазерного излучения и гирорезонансных и гиротронных взаимодействий быстрых электронов и локальных магнитных полей. Возникающее в циклотронном мазере и при плазменных колебаниях когерентное излучение отличается от некогерентного на много порядков величины более высокой яркостью температуры и высокой степенью поляризации излучения. В принципе, анализ такого излучения позволяет оценивать плотность излучающей плазмы и характеристики связанных с ней магнитных полей. Но значительное разнообразие механизмов радиоизлучения горячей плазмы в магнитных полях и большое число независимых параметров, определяющих эти излучения, часто делают их анализ неоднозначным не только относительно оценок этих параметров, но даже в отождествлении конкретного механизма излучения.

Существование очень горячих звёздных корон было предсказано задолго до того, как технические возможности достигли уровня, необходимого для их экспериментального изучения. И поскольку рентгеновское излучение из космоса недоступно для наземного наблюдателя, то все экспериментальные достижения в этой области определяются успехами работы отдельных рентгеновских спутников.

После нескольких "проб и ошибок" первый реальный успех в изучении звёздных корон был достигнут в конце 70-х годов в наблюдениях с обсерватории Эйнштейна, когда к написанию первой журнальной публикации было зарегистрировано излучение 143 звёзд, в том числе 32 G-M карлика, в диапазоне 0.15-4.5 кэВ; в этой выборке оказались звёзды в широком диапазоне спектральных типов, и внутри каждого типа был обнаружен разброс интенсивности до 3 порядков величины (Вайана и др., 1981).

В ходе дальнейших двухлетних успешных наблюдений были покрыты 10% неба и измерены потоки более, чем от 35000 звёзд. Анализ полученных данных привёл к выводу о резком начале корональной эмиссии около F0 и о заметном уменьшении потоков у звёзд более поздних, чем M5; о существовании корреляции рентгеновской светимости и скорости вращения, о пятикратном превышении рентгеновского потока у молодых M карликов по сравнению с такими же карликами старого диска, о тесной корреляции поверхностного потока F_X с потоком F_{HK} в диапазоне 4-5 порядков величины F_X . Было найдено, что рентгеновская светимость dM_e звёзд в 100-1000 раз превосходит рентгеновскую светимость Солнца и у таких звёзд $L_X/L_{bol}=10^{-2}-10^{-3}$, тогда как у Солнца только 10^{-6} . Была обнаружена практически линейная корреляция потоков в линиях HeII $\lambda 1640$

А и CIV $\lambda 1550$ А с F_X и корреляция L_X со светимостью L_{H_α} . Все найденные корональные температуры оказались в узком интервале от 2 до 5 мегаКельвинов (МК) и обнаружили тенденцию её роста с ростом L_X . Полученное распределение энергии в спектре Wolf 630 AB в диапазоне 0.5-4.0 кэВ не удалось представить в рамках изотермической модели и пришлось прибегнуть к двухкомпонентной модели с различными температурами и мерами эмиссии компонентов. Позднее такие двухкомпонентные модели получили широкое применение при анализе данных различных рентгеновских аппаратов.

С точки зрения отождествления на звёздах активности солнечного типа по их рентгеновскому излучению, наиболее эффективным был эксперимент ROSAT (1990-1997). За первые полгода работы ROSAT выполнил обзор всего неба (RASS), зарегистрировав при этом около 60000 источников, из которых 1/3 оказались звёздами с горячими коронами, а затем перешёл к длительным наблюдениям отдельных источников.

Согласно Квину и др. (1993), суммарные излучения атмосфер активного карлика AU Mic и Солнца таковы:

Таблица 2

Область звёздной атмосферы	Диапазон температур	Радиативные потери (10^6 эрг/см ² с)	
		на AU Mic	на Солнце
Хромосфера	$4.0 < \lg T < 4.3$	34.7	2.0
Переходная зона	$4.4 < \lg T < 6.1$	20.4	0.8
Корона	$6.2 < \lg T < 7.6$	24.5	0.06
Общие потери	$4.0 < \lg T < 7.6$	80	3

Последующие рентгеновские эксперименты 90-х годов ASCA и BeppoSAX и выведенные на орбиты на грани веков FUSE, Chandra и XMM-Newton, превосходили предыдущие по чувствительности, ширине рабочего диапазона частот, угловому и спектральному разрешению, XMM-Newton имел собственный оптический канал. Их звёздные программы были нацелены, прежде всего, на детальное изучение структуры звёздных корон и звёздных вспышек. Продвижение наблюдений звёздных вспышек в этих экспериментах в области экстремального ультрафиолета и рентгена открыло качественно новые возможности.

Аппарат FUSE работал в ранее недоступном диапазоне 900-1200 А. С его помощью были зарегистрированы более 40 эмиссионных линий с температурами формирования от 50000 до 500000 К; самые сильные среди них CIII $\lambda 977$ А и $\lambda 1175$ А и OVI $\lambda 1032$ А, отношение интенсивностей двух первых даёт плотность излучающего вещества. В этом диапазоне были зарегистрированы запрещённые корональные линии FeXVIII и FeXIX.

С помощью аппаратов Chandra и XMM-Newton были разделены в рентгеновских лучах тесные пары L-726-8 AB, Castor AB, EQ Peg, на M8 карлике VB 10 и на коричневых карликах были обнаружены короны. По рентгеновским линиям OVII, NVI, CV, SiXIII, MgXI, NeIX оценены плотности вещества в коронах ϵ Eri, AD Leo, YY Gem, в спектре AD Leo в диапазоне 6-180 АА обнаружено 110 эмиссионных линий, в том числе линии железа от XVI до XXII стадий ионизации; аналогичная ситуация со спектром YY Gem. Профили сильных эмиссионных линий представлялись суммами двух гауссиан.

По наблюдениям с EUVE была обнаружена сильная вспышка dM3.5e звезды EUVE J0613-23.9B: в полосе 60-200 Å произошло 200-кратное возрастание блеска, обусловленного в основном эмиссионными линиями с температурой формирования более 10 МК; сильный Ly континуум в диапазоне 320-650 Å длился менее 500 с, тогда как высокотемпературное излучение продолжалось около 8 часов. Полная энергия вспышки $E \sim 3 \times 10^{34}$ эрг, а в полумпирической модели вспышки была получена корональная концентрация 10^{14} - 10^{15} см⁻³.

Поскольку в рентгеновской области существенную роль играют многие тяжёлые элементы, то подгонка теоретических моделей к наблюдаемым спектральным распределениям даёт возможность оценивать химический состав излучающей плазмы. Так, спектр вспышки HD 197890 в диапазоне 0.4-6 кэВ лучше всего представился двухкомпонентной моделью с $T_1=8.6$ и $T_2=37$ МК, причем по сравнению со спокойным состоянием звезды наибольшее усиление во вспышке – удвоение – было отмечено у меры эмиссии второго компонента (ME₂); в рамках двухкомпонентной (2Т) модели не удалось представить спокойную корону и вспышку с одинаковым содержанием тяжелых элементов, но это удалось для солнечного содержания в рамках 2Т-модели с 5-кратным уменьшением содержания короны тяжелыми элементами.

Спектр звезды Gl 890 во время вспышки мог быть представлен 2Т-моделью при солнечном содержании элементов, но это представление заметно улучшалось при 3-16 кратном уменьшении тяжелых элементов. 2Т-модели с солнечным содержанием тяжелых элементов могли удовлетворительно представить наблюдения YY Gem, но введение третьего компонента заметно улучшало представление, а понижение обилий тяжелых элементов вдвое дало наилучший результат. Анализ одной из вспышек AD Leo в рамках газодинамической концепции обнаружил неожиданный эффект: существенный нагрев на фазе затухания, так что её кривая блеска на этой фазе определялась не собственным затуханием вспышечной петли, а временной зависимостью этого нагрева; полученная оценка высоты петли $h \sim 4 \cdot 10^9$ см в 7 раз меньше R_* , в десятки раз меньше шкалы высот по давлению, и было достаточным поле 0.6 кГс для поддержания такой петли и 1.4 кГс для её полного излучения. Кривая блеска самой продолжительной вспышки AD Leo была разделена на 5 интервалов длительностью от 1.7 до 2.3 часа для независимого анализа, и затухание этой вспышки полностью определялось временной зависимостью дополнительного подогрева излучающей плазмы. В результате во вспышках AD Leo размеры петель оказались в узком интервале величин и заметно меньше радиуса звезды, максимальная температура в петлях – в диапазоне 10-50 МК. Другой вывод касается толщины петель: у них отношения толщин к длинам составляют 0.3, а не 0.1, как на Солнце. При полученном малом размере петель решающий фактор перехода от уровня солнечной активности к уровню dMe звезд оказался не фактор заполнения – его возможности ограничены 1.5-2 порядками величины над солнечным уровнем – а давление в петлях, то есть, плотности вспышечных петель.

Одна из вспышек EV Lac оказалась одной из мощнейших звёздных рентгеновских вспышек: её амплитуда достигла 300 при полной длительности около 4 часов и светимости в максимуме $L_X/L_{bol} \sim 0.25$, то есть в течение нескольких минут её рентгеновская светимость была сравнима со светимостью фотосфе-

ры звезды. В применении к рассматриваемой вспышке EV Lac концепция с подогревом в фазе затухания дала следующие параметры: температура вспышки в максимуме 150 МК, высота петель $\sim 0.5R_*$, плотность плазмы в петле $(2-0.2) \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$; полученный размер петли велик, но не исключительно большой, поскольку такие встречаются даже на Солнце.

Многочисленные выводы в рамках гидродинамической модели вспышек о сравнительно малом размере корональной петли $h < R_*$ привели к заключению о нереалистичности долго использовавшейся модели свободного высвечивания, систематически приводящей к $h > R_*$ (Реале и др., 2004).

Спектральный анализ трёх вспышек AD Leo и двух вспышек EV Lac показал, что 2Т-модели недостаточны, независимо от принятого химического состава излучающей плазмы, и спектры вспышек удалось представить 3Т-моделями с в 3-5 раз пониженной металличностью вспышечной плазмы AD Leo и до 2 раз – у EV Lac. Далее, были получены свидетельства существования по крайней мере двух типов петель: сотен доминирующих компактных петель с низкой температурой, размером менее $0.1R_*$ и общей площадью оснований менее 1% поверхности звезды и десятков вытянутых петель, ответственных за самое горячее излучение с очень малой общей площадью оснований.

Итак, рентгеновские вспышки на активных карликах – это нестационарное высвечивание оптически тонкого газа при начальной температуре в десятки МК, они происходят на звездах F-M спектральных классов с достаточно мощными коронами. Такой газ появляется в результате первичного выделения энергии во вспышке, и его высвечивание определяется теплопроводностью, либо радиативными потерями, либо длительным подогревом на фазе затухания, либо комбинацией этих процессов. В наиболее мощных вспышках этот горячий газ заполняет магнитные петли размером до радиуса звезды, его общая энергия излучения в рентгене достигает 10^{34} эрг, а самые слабые регистрируемые вспышки определяются возможностью детектирования таких событий с малым отношением S/N, поскольку, как правило, звёздные вспышки регистрируются на фоне спокойного свечения звёздных корон. Таким образом, сравнительно простой механизм теплового излучения оптически тонкого газа позволил получить ряд его характеристик в звездных вспышках: электронную плотность, размеры магнитных петель, напряжённости магнитных полей и даже вариации химического состава вещества во время вспышек.

Радиоизлучение красных карликов регистрируется только на самых крупных радиотелескопах и с помощью интерферометрических систем, включающие эти самые большие инструменты. Поэтому число вспыхивающих звёзд с зарегистрированным радиоизлучением не превосходит сотни – наименьшее число известных объектов с проявлениями процессов, свойственных солнечной активности (Гершберг и др., 2011).

Радиоастрономические наблюдения G-K-M карликов были выполнены в основном в 80-90-е годы XX века и при этом были получены весьма разнообразные результаты. В одних случаях в см-диапазоне было зарегистрировано спокойное излучение звезд на уровне мЯн, в других – его переменность на временах в часы и сутки, а во многих случаях такое излучение вообще не было обнаружено на уровне в десятые доли мЯн. В некоторых наблюдениях была

зарегистрирована сильная – до 100% – круговая поляризация излучения, были обнаружены свидетельства узкополосности излучения до $\Delta\nu/\nu \sim 0.1$, зафиксирована вращательная модуляция в излучении одиночной звезды AU Mic и эффект затмения в двойной системе YY Gem. В некоторых наблюдениях в диапазоне от 1.3 до 20 см обнаружилась смена знака спектрального индекса излучения, что свидетельствует о разных механизмах излучения. Для интерпретации этих данных привлекались различные теоретические модели.

Первоначально микроволновое излучение нескольких вспыхивающих звёзд было интерпретировано в рамках гирорезонансной модели – излучения тепловых электронов в локальных магнитных полях. Но в этой модели размер радиоисточника должен был многократно превышать размер звезды, а фотосферное магнитное поле достигать 10^3 – 10^4 Гс. Поэтому перешли к гиросинхротронной модели, в которой в магнитных полях синхротронно излучают быстрые электроны, которые могут быть небольшой добавкой к тепловым электронам короны, в частности, не быть постоянным компонентом короны, а релаксирующим остатком вспышки.

Гиросинхротронная модель получила широкое распространение, но в неё не укладывается обнаруженная Лэнгом и Вилсоном (1986) узкополосность дециметрового излучения. Для длительного и узкополосного излучения с высокой яркостной температурой и сильной круговой поляризацией, у которого нет близких аналогов на Солнце, возможна интерпретация в рамках плазменных колебаний или модели квазинепрерывных всплесков когерентного мазерного излучения, причем, согласно оценке Лэнга и Вилсона, в обоих случаях электронная концентрация должна составлять около 10^{10} см⁻³, а напряженность магнитного поля на этом уровне – несколько кГс. Позднее А.В. Степанов (2001) детально рассмотрел плазменный механизм и показал, что подходящим является излучение плазмы вблизи частоты второй гармоники, возбуждаемое неустойчивостью пучков захваченных в магнитные силовые трубки энергичных электронов. И для возбуждения этого излучения достаточна плотность энергичных электронов на 6-7 порядков величины меньше плотности тепловой плазмы; яркостная температура этой эмиссии может достигать 10^{14} – 10^{16} К, ей присуща заметная и переменная по спектру поляризация, и в условиях высокотемпературных звёздных корон это излучение возбуждается с гораздо большей эффективностью, чем на Солнце. С другой стороны, Ю и др. (2011) успешно привлекли механизм неустойчивости циклотронного мазера горячих протяжённых областей с магнитными структурами для интерпретации высокополяризованного радиоизлучения поздних М карликов.

Согласно статистике Уайта и др. (1989) по 83 объектам, микроволновое излучение обнаружено у 42% вспыхивающих звезд, у 42% dKe-dMe звезд, у 65% звезд типа BY Dra и у единственной не эмиссионной звезды из 22 – звезды Барнарда. Они рассмотрели у этих звезд различные глобальные характеристики и нашли, что начиная с dM5.5 доля радиоисточников заметно уменьшается, с ростом L_x красных карликов возрастает средняя доля радиоизлучающих объектов, и по кинематическим свойствам такие объекты в основном принадлежат молодому диску.

Одновременные наблюдения 12 М-карликов на ROSATe (0.1–2.4 кэв) и VLA (3.6 и 6 см) обнаружили тесную корреляцию рентгеновского и микро-

волнового излучения. Эта корреляция несколько ослабевала при включении одновременных наблюдений. Общей для активных звёзд разных типов корреляции $L_R \sim L_X$, которая простирается на 5 порядков величины, Солнце не удовлетворяет, оно слишком слабый источник микроволнового излучения, но удовлетворяют солнечные вспышки, особенно – в фазе максимума. Эта общая для активных звёзд корреляция может означать, что либо нагрев короны и ускорение частиц имеют общее происхождение, либо непрерывно ускоряемые частицы термализуются и греют корону.

Гюдель и др. (1995) открыли мощную корону у F0V-звезды 47 Cas: от нее были зарегистрированы интенсивное рентгеновское излучение, соответствующее $L_X \sim 3 \cdot 10^{30}$ эрг/с, и мощное микроволновое излучение на уровне 10^{15} эрг/с·Гц. Рентгеновское излучение было представлено двухкомпонентной моделью короны с температурами в 2 и 10 МК и мерами эмиссии 4 и 10 единиц 10^{52} см³, причем "холодный" компонент обнаружил вращательную модуляцию, а рентгеновские вспышки были зарегистрированы только в "горячем" компоненте. По-видимому, 47 Cas – спектрально самая ранняя одиночная звезда со столь исключительно высоким уровнем магнитной активности, и это согласуется с ее быстрым вращением – $v \sin i = 95$ км/с – и возрастом, не превышающим возраст Плеяд.

Основной результат изучения звездных корон состоит в установлении универсальности этих структур практически на всех F и более поздних звёздах. Исследование звездных корон – одна из быстро развивающихся ветвей солнечно-звёздной физики. Особенности этой ветви определяются удивительным предметом исследования – звездными коронами, строение которых практически не связано с видимыми поверхностями звезд, но зависит от таких глобальных параметров, как вращение, глубина конвективной зоны и интенсивность перемешивания вещества в ней. Эта на первый взгляд парадоксальная ситуация, когда самые внешние слои атмосферы определяются внутренним строением звезды, имеет простое объяснение: физическое состояние и пространственная структура звёздных корон определяются магнитными полями, которые генерируются в подфотосферных слоях. Эта общая для Солнца и звёзд с конвективными оболочками концепция сперва позволила понять явления, для которых было достаточно простое масштабирование солнечных процессов на более мощные и более горячие короны звёзд, а затем дошла очередь до экстраполяции, с помощью которой удалось качественно интерпретировать и явления, не известные на Солнце – очень горячий компонент корон и мощное микроволновое излучение.

Вращение звезд и эволюция активности солнечного типа. Ширина главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рессела в области F-M звёзд не превышает 2^m , тогда как разброс звёзд на аналогичной диаграмме для рентгеновского излучения составляет 2-3 порядка величины. Это означает, что существует дополнительный параметр, определяющий это излучение, но не влияющий на свойства спокойной фотосферы звезды. Обычно таким параметром считается магнитное поле. Физически это оправдано. Но число звёзд с измеренными магнитными полями весьма невелико для какого-либо звёздно-статистического анализа. С другой стороны, хотя общепринятой теории происхождения звёздного магнитного поля не существует, во всех подобных схемах существенным фактором входит вращение звезды. Поэтому его и можно рассмат-

ривать как дополнительный параметр физики звёзд. И число исследований связи вращения с различными проявлениями активности звёзд весьма велико.

Согласно современным эволюционным представлениям, при формировании звёзд из диффузной среды в результате сжатия с сохранением углового момента рождаются звёзды с большими скоростями вращения. В звёздах средних и малых масс, где реализуется конвективный перенос энергии, на этой ранней фазе возникают значительные магнитные поля, и их вынос звёздным ветром приводит к торможению вращения звезды. Этот процесс и определяет вековое ослабление активности солнечного типа. На рис.6 приведен вековой ход угловой скорости F-K карликов, а на рис.7 – ослабление различных проявлений рассматриваемой активности с ростом периода вращения.

То обстоятельство, что dKe-dMe звёзды систематически моложе dK-dM было установлено ещё в начале исследований вспыхивающих звёзд, а известный факт существования очень старых вспыхивающих звёзд нашёл объяснение в их двойственности: благодаря переходу момента орбитального движения в момент осевого вращения в компонентах таких систем может многие миллиарды лет сохраняться и быстрое вращение, а с ним и высокая активность.

Приведём ещё несколько фактов зависимости уровня активности от вращения.

Нойес и др. (1984) нашли столь тесную корреляцию периодов осевого вращения звёзд с уровнем кальциевой эмиссии, что по наблюдениям светимости этой эмиссии оказалось возможным оценивать такие периоды. Позднее была построена чёткая зависимость светимости кальциевой эмиссии от возраста для звёздных скоплений и движущихся групп (Бальюнас и др., 1998).

При исследовании ультрафиолетовых спектров тесных двойных систем с компонентами солнечного типа Вилху и Ручинский (1983) открыли эффект насыщения в зависимости "вращение – активность": при $P_{\text{rot}} < 3$ суток интенсивности линий переходной зоны перестают зависеть от P_{rot} . Этот эффект позднее неоднократно исследовался в разных диапазонах длин волн. Сперва эффект насыщения обсуждался в рамках чисто геометрических представлений о заполнении всей поверхности звезды активными областями; но в этом случае нельзя ожидать поверхностных потоков более, чем на полтора-два порядка величины превосходящих солнечные потоки. По-видимому, существование этих пределов обусловлено обратной связью между вращением звёзд с конвективными оболочками и возникающими в них магнитными полями: сильные поля подавляют дифференциальное вращение, что и ограничивает напряжённость магнитных полей. Но Дойл (1996) отдал предпочтение оценкам общих радиативных потерь по измеренным по-

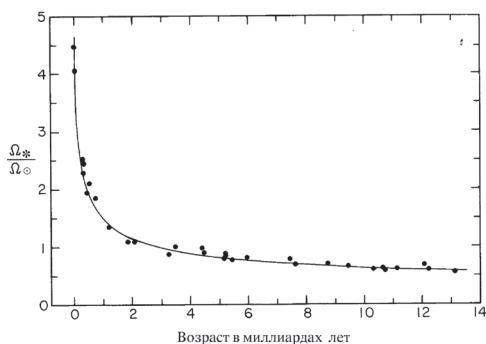


Рис. 6. Эволюция угловой скорости F-G карликов по Барри (1988)

токам F_{CIV} и отношению $F_{\text{tot}}/F_{\text{CIV}}$, найденному для Солнца и ряда звёзд. У F-M карликов с периодами осевого вращения от 0.3 до 50 суток он обнаружил неплотную корреляцию между этими периодами P_{rot} и найденными таким образом потоками F_{tot} с коэффициентом корреляции 0.87, причем самые быстрые ротаторы не показали насыщения, а только заметный разброс точек. Еще лучшая корреляция обнаружилась между отношением $R_{\text{tot}}=F_{\text{tot}}/F_{\text{bol}}$ и числами Россби: с коэффициентом корреляции 0.92. Однако, здесь четко видно насыщение при $\lg Ro < -1$, что соответствует периоду осевого вращения около 2 суток. В связи с этим Дойл высказал мнение, что это насыщение не следует связывать ни с заполнением поверхности звёзд активными областями, ни с перестройкой режима механизма динамо, а только с неучетом радиативных потерь на водороде, которые должны быть велики у быстрых ротаторов за счет повышения температуры температурного минимума и повышения плотности хромосферы.

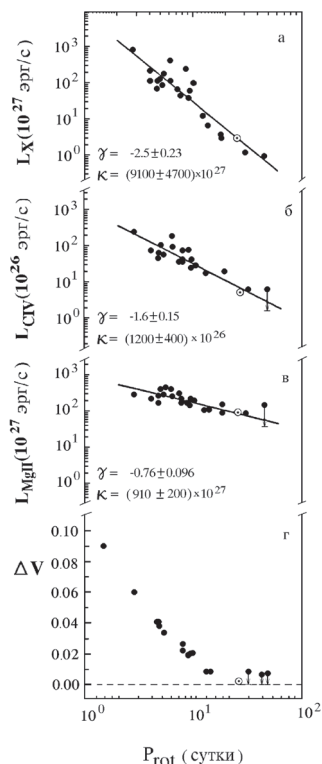


Рис. 7. Зависимости рентгеновской светимости, светимости линий CIV переходной зоны, хромосферных линий Mg II и зависимости амплитуд видимого блеска G карликов от периода вращения; зависимости $L(P_{\text{rot}})$ аппроксимированы степенными функциями вида $L=kP^{\gamma}$; величины k и γ приведены на каждом графике (Доррен и др., 1994).

Кацова и Лившиц (2006) проанализировали обширные данные по звёздам с кальциевой эмиссией и выделили в них три группы: активные красные M карлики, G-K звёзды с циклами активности и F-G звёзды с высокой, но нерегулярной активностью. Как правило, более молодые и быстрее вращающиеся F звёзды и K карлики с циклами активности обладают большими высокотемпературными корональными компонентами, более высокой хромосферной активностью и большей запятнёностью, чем Солнце и другие G звёзды с циклами активности; у последних чаще намечаются изменения периодов вращения от года к году, то есть эффект дифференциального вращения. На основе материалов НК-проекта этот вопрос был наиболее подробно рассмотрен Кацовой и др. (2010).

Наглядное представление о вековом ослаблении активности дают наблюдения на ROSAT ряда рассеянных скоплений: гистограммы распределений рентгеновских источников по их светимости заметно сужаются при переходе от молодых скоплений возраста в десятки миллионов лет к скоплениям возраста в сотни миллионов лет.

Наблюдения звёзд позволяют сравнивать объекты в широком диапазоне эффективных температур, различного возраста и с разным вращением, тогда как изучение ярких и протяженных структур на Солнце даёт возможность получать наблюдения с высоким спектральным разрешением, высоким отношением S/N и в областях с разными уровнями магнитной активности. Так, Каппелли и др. (1989) сопоставили 8 основных эмиссий в коротковолновой части ультрафиолетовых спектров 45-ти F5-K5 звезд и в 10-ти различных структурах солнечной поверхности – спокойных областях, факелах различной мощности, вспышках, и обнаружили их значительное сходство. В частности, солнечные данные хорошо удовлетворяют соотношениям поток-поток, построенным по звёздным данным и перекрывающим 3 порядка величины: поверхностные потоки медленно вращающихся звёзд аналогичны солнечным областям с низкой магнитной активностью, а потоки активных, быстро вращающихся звёзд сходны с самыми мощными солнечными факелами и даже вспышками. Но самые слабые потоки от солнечных структур ниже, чем от самых не активных звёзд, что даёт основание подозревать, что даже на самых не активных звёздах несколько процентов поверхности могут быть покрыты активными областями, а у самых активных объектов фактор заполнения близок к единице, либо активные области на них ярче самых ярких солнечных аналогов.

Заключение. Начало изучения вспыхивающих звёзд относится к 1947 году, когда Люитен организовал на нескольких американских обсерваториях наблюдения звезды UV Cet, результатом которых был установлен этот новый тип переменных. К настоящему времени число известных вспыхивающих звёзд и родственных им объектов с активностью солнечного типа превышает пять тысяч. Если добавить сюда ещё многие сотни рентгеновских источников в рассеянных скоплениях и быстро растущее число объектов с НК эмиссиями, находимых во многих исследованиях экзопланет, то это добавит ещё 2-3 тысячи объектов. Но в Слоуновском обзоре уже зафиксировали 15 миллионов М карликов (Бочански и др. 2009), среди которых можно ожидать миллион вспыхивающих звёзд на расстояниях в сотни раз больших, чем изученные до сих пор; это даёт широкие возможности, прежде всего для звёздно-астрономических исследований таких переменных. А первые проанализированные десятки тысяч кривых блеска таких звёзд уже привели к обнаружению около трёхсот вспышек (Ковальски и др., 2009).

Если же говорить о теоретическом аспекте изучения вспыхивающих звёзд, то здесь по-прежнему ждут решения проблемы генерации магнитного поля звёзд в широком диапазоне их масс и механизм (ы?) нагрева атмосферы. В каждом из этих направлений существует несколько концепций, и их многочисленность означает, что всё ещё нет общепринятых схем. По-видимому, для решения первой проблемы были бы полезны фотометрические и спектральные наблюдения одного-двух десятков самых поздних M и L звёзд с целью получения длительных фотометрических рядов и патрульных наблюдений H_{α} эмиссии с целью выявления характеристик вспышечной активности и построения аналога НК проекта полностью конвективных звёзд. А для решения второй проблемы актуальным остаётся вопрос о выносе вещества из пространства между схлопывающимися слоями со встречными полями при их перезамыкании.

ПУЛЬСИРУЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ ГЛАВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

А.А.Памятных

Введение. Благодаря высокоточным фотометрическим и спектроскопическим наблюдениям последних двадцати лет – в том числе, с борта космических аппаратов – выяснилось, что почти на всем протяжении Главной последовательности (ГП) на диаграмме Герцшпрунга-Рессела (Г-Р) встречаются физические переменные звезды, изменения блеска, радиальной скорости и спектральных характеристик которых обусловлены пульсациями. Таким образом, Главная последовательность является своего рода полосой пульсационной неустойчивости населяющих ее звезд – подобно классической полосе неустойчивости цефеид и звезд типа RR Лир.

Здесь я ограничусь рассмотрением основных групп пульсирующих звезд в верхней части ГП, с массами приблизительно от полутора до 20-40 масс Солнца. Это – если спускаться вдоль главной последовательности от массивных горячих звезд спектральных классов О и В к более холодным и менее массивным звездам спектрального класса F – переменные типа β Цефея, медленно пульсирующие В-звезды, звезды типа δ Цита и звезды типа γ Золотой Рыбы. Примерно в этой же области (в нижней ее части) находятся так называемые быстро осциллирующие звезды спектрального класса А (гоАр), обсужденные в статье Т.А.Рябчиковой. Все эти группы звезд, как и звезды в классической полосе неустойчивости цефеид, пульсируют под действием одного и того же физического механизма – так называемого каппа-механизма, связанного со специфической модуляцией во внешних слоях звезды идущего из звездных недр лучистого потока энергии. Такая модуляция подпитывает различные виды радиальных и нерадиальных собственных колебаний звезды, их амплитуды нарастают – и мы наблюдаем пульсации.

Для разных групп переменных оптимальные условия возбуждения обеспечиваются на разной глубине в звездной оболочке и для разных, но в каждой группе своих видов пульсаций – поэтому мы и наблюдаем такое их разнообразие, хотя, повторю, основной физический механизм для всех упомянутых переменных (включая гоАр звезды и звезды в классической полосе неустойчивости) является общим. Наше Солнце также является пульсирующей звездой с наиболее характерными так называемыми пятиминутными колебаниями очень малой амплитуды, их природа иная – так называемое стохастическое возбуждение в конвективной оболочке. В нижней части Главной последовательности открыты и другие звезды с аналогичными очень слабыми короткопериодическими изменениями блеска и радиальной скорости (осцилляции солнечного типа), их мы здесь не рассматриваем.

Каппа-механизм в звездах главной последовательности. В середине прошлого века С.А.Жевакин, а затем независимо Н.Бейкер и Р.Киппенхан открыли механизм самовозбуждения звездных пульсаций, связанный с пространственными и временными изменениями непрозрачности звездного вещества в зонах частичной ионизации водорода и гелия во внешних слоях звезд. Из-за наличия локальных **максимумов непрозрачности** в этих областях идущий из недр поток излучения несколько задерживается при сжатии, а при расшире-

нии, наоборот усиливается. На языке термодинамики, избыточное поступление тепла в слой при сжатии обеспечивает необходимый для раскачки колебаний сдвиг фаз между изменениями плотности и давления – давление достигает максимума уже после максимального сжатия, именно в таком случае слой в течение цикла колебаний совершает положительную работу, и колебание нарастает. То же самое имеет место в тепловом двигателе (да и при раскачивании на качелях, как все знают, необходимо приседать, как бы отталкиваясь, не в момент максимального отклонения, а немного позже).

Чтобы колебания всей звезды действительно нарастали, необходимо выполнение двух дополнительных условий. Во-первых, пульсации в раскачивающей области должны иметь относительно большую амплитуду, в противном случае – например, если на эту область приходится узел колебания, а не пучность, – раскачивающий эффект будет невелик. Во-вторых, суммарное затухание колебаний в остальных областях звезды должно быть меньшим, чем возбуждение в области частичной ионизации. Можно показать, что это условие выполняется в том случае, если период рассматриваемого колебания сравним или меньше локальной тепловой шкалы в раскачивающей области. В противном случае данная область будет находиться в тепловом равновесии в течение цикла колебаний, то есть не будет обеспечивать ни раскачки, ни затухания.

Как следствие, звезда может пульсировать лишь при некотором оптимальном расположении областей частичной ионизации обильных элементов в ее оболочке – и лишь в некоторых модах радиальных и/или нерадиальных колебаний.

Описанный «каппа-механизм» (коэффициент непрозрачности звездного вещества исторически принято обозначать греческой буквой κ , отсюда и название), связанный с локальными максимумами непрозрачности в звездных недрах, позволил успешно объяснить природу переменности звезд в классической полосе неустойчивости на диаграмме Г-Р – цефеид и звезд типа RR Лиры, а немного позже и звезд типа δ Щита, лежащих на пересечении классической полосы неустойчивости с Главной последовательностью. Во всех этих звездах каппа-механизм наиболее эффективно действует в области второй ионизации гелия в глубоких слоях звездной оболочки, при температуре около 50 тысяч градусов.

Пульсации же давно известных к тому времени переменных типа β Цефея в верхней части Главной последовательности оставались непонятыми. В таких горячих звездах зона второй ионизации гелия (а тем более, первой, как и зона ионизации водорода) лежит слишком близко к поверхности, эти разреженные слои из-за своей низкой теплоемкости не способны задержать тепло при сжатии, они успевают подстраиваться к меняющимся в течение цикла пульсаций условиям, то есть находятся в тепловом равновесии, и поэтому никак не влияют на раскачку колебаний.

А других локальных максимумов непрозрачности, в более глубоких слоях, по данным атомной физики просто не было. Ситуация оставалась загадочной на протяжении десятилетий, до 1991 года, когда группа атомных физиков из Национальной лаборатории Лоренс Ливермор (США) пересчитала общепринятые данные Лос-Аламосской лаборатории и обнаружила, что ранее в расчетах непрозрачности в астрофизических условиях (и в условиях термоядерного взрыва, в этом и кроется интерес атомных физиков к природным астрофизическим лабораториям, каковыми являются звездные недра) не учитывались

тысячи линий поглощения в рентгеновском диапазоне, возникающие при связанно-связанных переходах внутри сложной мультиплетной структуры энергетических уровней в высоковозбужденных атомах группы железа. При температурах порядка ста тысяч – миллиона градусов вклад этих химических элементов в непрозрачность возрастает в десятки раз и, как следствие, в несколько раз возрастает полная непрозрачность вещества. Содержание железа очень низкое, один ион приходится примерно на 100 тысяч ионов других элементов и электронов, но при указанной температуре железо оказывается одним из главных источников поглощения идущего из недр лучистого потока энергии.

Рис.1 иллюстрирует поведение коэффициента непрозрачности в астрофизических условиях – при температурах и плотностях внутри звезд, от поверх-

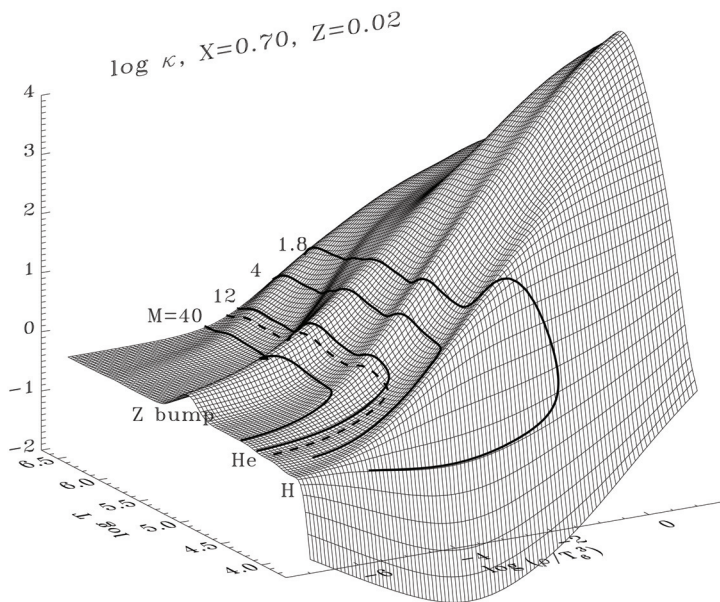


Рис. 1. Коэффициент непрозрачности (в логарифмической шкале) в зависимости от $\log(T)$ и $\log(\rho/T^3)$, по данным таблиц OPAL, подготовленных в лаборатории Лоренс Ливермор. Сплошные жирные линии соответствуют распределению температур и плотностей в моделях звезд с массами от 1.8 до 40 масс Солнца на начальной главной последовательности – то есть в начале горения водорода в центре, а штиховая линия соответствует модели звезды с массой 12 масс Солнца в конце этой стадии эволюции. В областях около максимумов непрозрачности поток излучения из недр частично задерживается при сжатии и преобразуется в кинетическую энергию колебаний. Выбор тех или иных видов колебаний, возможных для данной звезды, определяется описанными в тексте дополнительными условиями.

ности до центра. Ближний к читателю «хребет» или «горб», при температуре около 10 тысяч градусов, связан с ионизацией водорода и первой ионизацией гелия, более высокий хребет, при температуре около 50 тысяч градусов, связан со второй ионизацией гелия. Следующий хребет, при температуре около 200 тысяч градусов, связан с поглощением излучения высоковозбужденными ионами элементов группы железа. Его называют Z-горбом (Z bump) или Z-максимумом (буквой Z принято обозначать звездное содержание химических элементов тяжелее водорода и гелия). Именно Z-максимум отвечает за возбуждение пульсаций в переменных типа β Цефея и медленно пульсирующих В-звездах. Подобным поглощением, но происходящим на другом энергетическом уровне в возбужденных ионах железа, обусловлен и самый высокий хребет, при температуре около 2 миллионов градусов.

Основные типы пульсирующих переменных главной последовательности

Переменные типа β Цефея и медленно пульсирующие В-звезды. Пульсации обеих этих групп звезд обусловлены каппа-механизмом, действующим в области Z-максимума в глубоких слоях звездной оболочки при температуре около 200 тысяч градусов. Однако, из-за различия глобальных параметров звезд этих групп (масс, эффективных температур и светимостей) и, как следствие, разного распределения вещества в недрах, возбуждаемые колебания очень сильно различаются по своим свойствам.

Переменные типа β Цефея — это В-звезды ранних подклассов (B0–B3) с массами, приблизительно, от 8 до 20 масс Солнца и с типичными периодами пульсаций от 2 до 8 часов. Такие периоды соответствуют низшим радиальным и нерадиальным модам акустических и гравитационных колебаний. (При акустических колебаниях, подобных звуковым волнам в органной трубе, возвращающей силой является изменение давления газа, а при гравитационных колебаниях возвращающей силой является гравитационное ускорение или сила тяжести. Примером гравитационных колебаний являются волны на воде.)

Первые переменные этого класса были открыты более 100 лет назад, а объяснить природу колебаний удалось лишь в последние 20 лет, благодаря обнаружению Z-максимума непрозрачности в экспериментальных и теоретических данных атомной физики. До последнего времени было известно 100 с небольшим переменных типа β Цефея, но недавно это число удвоилось благодаря автоматизированному мониторингу всего неба в рамках проекта ASAS (All Sky Automated Survey), а сейчас происходит дальнейшее увеличение количества известных переменных на основе наблюдений с помощью американского космического телескопа Кеплер. Многие переменные являются мультипериодическими, то есть пульсируют одновременно на нескольких частотах, с характерными особенностями в частотном спектре колебаний, позволяющими получать оценки о процессах перемешивания вещества и о вращении звездных недр, а также о других деталях внутреннего строения.

Медленно пульсирующие В-звезды (Slowly Pulsating B stars, SPB) — это В-звезды спектральных подклассов B3–B9 с массами приблизительно от 3 до 8 масс Солнца и с типичными периодами пульсаций от 0.5 до 4 дней. Они были

открыты и выделены в отдельную группу лишь 20 лет назад в высокоточных и длительных наблюдениях малых изменений блеска и лучевой скорости. Их периоды соответствуют нерадиальным гравитационным колебаниям высокого порядка (с большим числом узлов вдоль радиуса в глубоких недрах). Природа пульсаций этих переменных была объяснена в 1993 году, уже через два года после их открытия, поскольку как раз в это время появились новые данные о непрозрачности звездного вещества. В настоящее время известно несколько десятков звезд типа SPB, все они являются мультипериодическими. Мультипериодичность – один из определяющих критериев отбора звезд SPB, поскольку, если наблюдаются изменения блеска лишь с одним периодом порядка нескольких дней, это может быть связано с вращением звезды, имеющей эллипсоидальную форму или большие химические неоднородностями на поверхности.

Как видно из рис.2, теоретические области неустойчивости типа β Цефея и SPB частично перекрываются, то есть должны существовать переменные, пульсирующие одновременно как в низших акустических и гравитационных модах с короткими периодами (несколько часов), так и в гравитационных модах высокого порядка с большими периодами (около одного или нескольких дней). И действительно, такие звезды, их назвали гибридами β Цефея/SPB, были недавно обнаружены в высокоточных наблюдениях. Примером является звезда ν Эридана с массой около 10 масс Солнца, ранее известная лишь как звезда типа β Цефея. В спектре ее колебаний – 15 частот, две из которых соответствуют медленным пульсациям типа SPB. Гибридные колебания оказались исключительно чувствительным инструментом для познания деталей внутреннего строения звезд – например, удалось показать, что центральные области ν Эридана вращаются в несколько раз быстрее, чем поверхность, и удалось также наложить строгие ограничения на размеры конвективного ядра, в котором происходят ядерные реакции. Зондирование звездных недр на основе данных о частотах мультипериодических собственных колебаний дало начало новому разделу астрофизики – астросейсмологии.

Переменные типа δ Щита и γ Золотой Рыбы. Два этих вида переменных во многих отношениях отличаются друг от друга примерно так же, как звезды типа β Цефея и SPB.

Переменные типа δ Щита открыты более 100 лет назад, это звезды спектральных классов A-F с массами, приблизительно, от 1.4 до 2.5 масс Солнца и с периодами от 30 минут до 8 часов, пульсирующие, как и звезды типа β Цефея, в низших модах радиальных и не радиальных колебаний. На диаграмме Г-Р они расположены в нижней части классической полосы неустойчивости, на ее пересечении с Главной последовательностью (см. рис.2). В настоящее время известно несколько сотен таких звезд, они образуют самую многочисленную группу переменных Главной последовательности. Как и звезды типа β Цефея, многие из них являются мультипериодическими. В качестве примера можно назвать переменную 44 Тельца, в частотном спектре которой 15 пиков, соответствующих пульсациям с периодами от 2 до 4.5 часов. На сегодняшний день эта переменная является самым удачным примером достижений астросейсмологии – удалось построить очень точную модель звезды, воспроизводящую все 15 наблюдаемых частот, и точно определить эволюционный статус переменной – в ней как раз завершается пол-

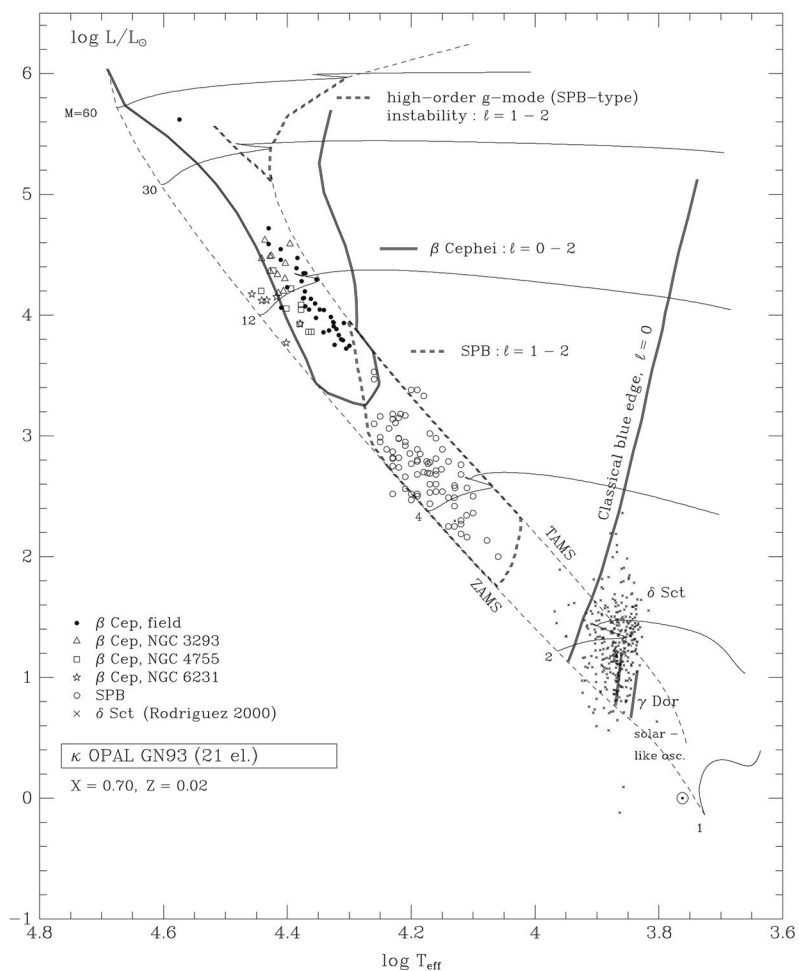


Рис. 2. Звезды типа β Цефея и медленно пульсирующие В-звезды (SPB) на диаграмме Г-Р, а также теоретические домены пульсационной неустойчивости этих звезд (сплошной жирной линией охвачена область неустойчивости типа β Цефея, штриховой – SPB), рассчитанные для радиальных и нерадикальных колебаний и хорошо согласующиеся с положением наблюдаемых переменных. Для расчетов использованы данные OPAL о непрозрачности звездного вещества. Показано также положение звезд типа δ Щита и голубая (высокотемпературная) граница классической полосы неустойчивости. Несколько ниже этих звезд на диаграмме располагаются переменные типа γ Золотой Рыбы и звезды с осцилляциями типа солнечных. Показано также положение Солнца.

ное выгорание водорода в центре, вскоре она начнет расширяться, уходя на диаграмме Г-Р от Главной последовательности в область красных гигантов.

Принципиальное отличие переменных типа δ Щита от переменных типа β Цефея состоит в том, что одни и другие переменные в классической полосе неустойчивости – такие, как цефеиды и звезды типа RR Лиры, – пульсируют под действием каппа-механизма, связанного с максимумом непрозрачности в области второй ионизации гелия, а не с Z-максимумом, который для звезд классической полосы неустойчивости расположен слишком глубоко под поверхностью, где условия возбуждения колебаний не выполняются.

Дополнительная информация о звездах типа δ Щита приведена в данном сборнике во вводной статье Н.Н.Самуся.

Переменные типа γ Золотой Рыбы, как и звезды SPB, были открыты недавно, менее 20 лет назад, благодаря повышению точности фотометрии и длительным рядам наблюдений со спутника Гиппаркос. На диаграмме Г-Р они находятся несколько ниже переменных типа δ Щита, частично перекрываясь с этой областью. Периоды их мультипериодических колебаний малой амплитуды составляют от 0.5 до 3 дней, такие колебания трудно выявить в наземных наблюдениях. Сейчас известно уже более 50 переменных такого типа. Их медленные пульсации, как и в случае звезд SPB, обусловлены возбуждением гравитационных мод высокого порядка. Опять проводя аналогию со звездами типа β Цефея и SPB и сравнивая с переменными типа δ Щита, казалось бы, что колебания возбуждаются в зоне второй ионизации гелия. Однако утверждать это нельзя, поскольку в сравнительно холодных звездах γ Золотой Рыбы в оболочке имеется зона с эффективным конвективным (а не лучистым) переносом энергии, охватывающая и область ионизации гелия, поэтому каппа-механизм может там не работать. Существующее ныне объяснение природы пульсаций этих звезд основано на так называемой блокировке конвективного потока при сжатии, однако эта гипотеза не является общепринятой.

Как и в случае переменных типа β Цефея и SPB, существуют звезды с гибридными пульсациями типа δ Щита (короткие периоды, преимущественно акустические колебания) в сочетании с пульсациями типа γ Золотой Рыбы (медленные колебания в гравитационных модах высокого порядка). Несколько десятков таких переменных обнаружено совсем недавно с помощью нового космического телескопа Кеплер. Начатое астросейсмологическое исследование этих мультипериодических звезд позволит в ближайшие годы понять особенности внутреннего строения и природу их пульсаций.

Осталось перечислить другие типы пульсирующих переменных звезд Главной последовательности, более разнородные по своим свойствам. Двигаясь снова сверху вниз по диаграмме Г-Р, отметим пульсирующие сверхгиганты спектрального класса О-В с зачастую неправильными изменениями блеска и профилей спектральных линий, периодические пульсирующие В-звезды с эмиссионными линиями (переменные типа λ Эридана), некоторые звезды типа Вольфа-Райе, у которых вариации лучевой скорости могут быть вызваны нерадиальными пульсациями, быстро осциллирующие пекулярные А-звезды (гоАр, статья Т.А.Рябчиковой), звезды типа SX Феникса (сходные со звездами типа δ Щита, но характеризующиеся дефицитом химических элементов тяжелее гелия) и, наконец, переменные с короткопериодическими осцилляциями солнечного типа.

ХИМИЧЕСКИ ПЕКУЛЯРНЫЕ ЗВЕЗДЫ

Т.А. Рябчикова

Введение. Химически пекулярные звезды (CP stars) являются звездами верхней части главной последовательности, которые имеют в спектрах аномально сильные линии некоторых химических элементов (He, Hg, Mn, Si, Cr, Sr, Eu). Такие особенности в спектрах этих звезд были замечены еще в конце XIX века при работе с классификацией звезд по Гарвардским пластинкам и были отмечены буквой 'P'. Современная классификация химически пекулярных звезд как класса была предложена Морганом.

Все CP звезды разделяются на две большие группы: магнитные (Vr-Ar или в более общем виде Ap) и немагнитные (HgMn и Am звезды). Магнитные звезды составляют 10 – 15 % от нормальных звезд в спектральном диапазоне B5 – A0 с резким уменьшением относительного числа в сторону поздних спектральных классов от A0 до F5. Ar звезды обладают глобальными магнитными полями полоидального типа, интенсивность продольного компонента которых меняется в широких пределах от нескольких десятков гаусс до десятков килогаусс (известная звезда Бэбкока HD215441), тогда как в атмосферах HgMn и Am (звезды с усиленными линиями металлов) звезд таких полей не зарегистрировано.

В свою очередь магнитные Ar звезды разделяются на подклассы. Аномальные химические элементы дали названия подклассам Ar звезд: He-strong (звезды с усиленными линиями гелия), He-weak (звезды с ослабленными линиями гелия) λ 4200-Si, Si-, SiCr-, Si-Cr-Eu-, SrCrEu-, Sr- звезды. Эта последовательность статистически коррелирует с показателями цвета и, следовательно, с эффективной температурой. Яркая звезда α^2 CVn является прототипом класса Vr-Ar звезд.

На диаграмме Герцшпрунга-Рассела (ГР) все CP звезды расположены в полосе Главной Последовательности (ГП) в интервале температур примерно от 17000 до 6000 К, причем самыми горячими являются He-strong звезды, а самыми холодными – SrCrEu, Am и Sr-звезды. Положение CP звезд на ГП хорошо проиллюстрировано в статье Гомез и др. (1998), основанной на данных спутника Гиппарх. В этой статье сделан вывод, что Vr-Ar звезды по положению на ГП и по кинематическим характеристикам принадлежат тонкому диску с возрастом около 1 гигаlet.

Основные характеристики химически пекулярных звезд

1. Фотометрическая, спектральная и магнитная переменность. Практически все Vr-Ar звезды являются фотометрическими, спектральными и магнитными переменными с одним и тем же периодом, который является периодом вращения звезды. Наблюдаемая переменность хорошо объясняется в рамках модели наклонного ротатора. Согласно этой модели ось глобального (дипольного) магнитного поля звезды наклонена под произвольным углом к оси вращения. Химические элементы распределены в виде пятен на поверхности звезды. При вращении на луч зрения проецируются различные участки поверхности звезды с различным магнитным полем и содержанием химических элементов, что и наблюдается как периодические изменения магнитного поля, интенсивности спектральных линий и блеска. Предполагается, что пятнистая структура поверхности маг-

нитных пекулярных звезд связана с магнитным полем, поэтому немагнитные HgMn и Am звезды не должны показывать спектральной переменности. Однако, в ряде работ за последние 10 лет были обнаружены изменения профилей и интенсивностей линий некоторых элементов, таких как Hg, Y.

Допплеровское картирование поверхности самой яркой HgMn звезды α And обнаружило не только неоднородное распределение ртути по поверхности звезды, но также сезонные изменения этого распределения. Сделано предположение, что формирование пятен химического состава в атмосферах массивных звезд возможно связано с гидродинамической неустойчивостью в верхних слоях атмосфер.

2. Вращение. Одной из основных отличительных характеристик класса CP звезд является их медленное вращение по сравнению с нормальными звездами таких же спектральных классов. Практически все звезды спектрального класса A0V со скоростью вращения менее 15 км/с, являются химически аномальными. Звезда с магнитным полем может терять свой угловой момент в процессе формирования, а вот причина торможения немагнитных пекулярных звезд пока неясна. Исследования пекулярных звезд в скоплениях показывают, что скорость вращения не зависит от возраста, то есть эти звезды теряют свой угловой момент до прихода на ГП.

Большинство наблюдений переменности магнитных пекулярных звезд свидетельствуют о постоянстве периодов за все время наблюдений. Например, форма кривой спектральных изменений и период у α^2 CVn постоянны с момента первых наблюдений Белопольским в 1913 по настоящее время. Однако, у некоторых быстровращающихся Вр-Ар звезд была обнаружена переменность периода вращения. Анализ фотометрических, спектральных и магнитных наблюдений одной из самых короткопериодических Вр звезд Si типа CU Vir ($P=0.52$ дня) за 40 лет обнаружил скачкообразное увеличение периода вращения на 2 секунды. CU Vir окружена магнитосферой, которая дает излучение в радиодиапазоне в форме коротких импульсов – радиопульсар. Радионаблюдения подтвердили замедление вращения CU Vir. Резкое замедление вращения было также обнаружено у других быстровращающихся He-strong звезд HD37776, HR7355, σ OriE.

3. Магнитные поля. Магнитные поля в звездных атмосферах традиционно измеряются с помощью Зеемановского анализатора, который позволяет регистрировать отдельно спектры в разном состоянии круговой и линейной поляризации (I, V, Q и U – параметры Стокса). Чаще всего используется анализатор круговой поляризации V, что позволяет измерять усредненный по поверхности звезды компонент магнитного поля, направленный к наблюдателю, так называемое продольное магнитное поле.

В последнее время появились поляриметры, измеряющие все четыре параметра Стокса. Последние два параметра характеризуют линейную поляризацию. Такие поляриметры установлены на спектрографах крупных телескопов с высоким спектральным разрешением, например HARPSpol на спектрографе HARPS 3.6-м телескопа Европейской Южной обсерватории. Спектральное разрешение этого прибора $R=\lambda/\Delta\lambda=120000$. Применение таких поляриметров значительно расширило возможности исследования поверхностной геометрии магнитного поля методами Допплеровского картирования. Если маг-

нитное поле достаточно сильное, то магнитное расщепление спектральных линий можно измерить и в неполяризованном спектре в звездах с узкими линиями. В этом случае мы измеряем усредненный по поверхности звезды модуль вектора магнитного поля или поверхностное поле.

Следует отметить, что величина поверхностного поля всегда больше величины продольного поля. Высокое спектральное разрешение современных звездных спектрографов ($R \sim 100000$) позволяет измерять минимальные поверхностные поля ~ 1000 гаусс по неполяризованным спектрам. К настоящему времени примерно для 500 Вр-Ар звезд имеются прямые измерения продольного или поверхностного магнитного поля. Это около 12% от числа звезд, классифицированных по спектрам как Вр-Ар.

Как уже было упомянуто выше, магнитные поля надежно зарегистрированы только в атмосферах Вр-Ар звезд. Согласно самым последним исследованиям магнитного поля в 47 HgMn звездах, проведенным по наблюдениям с поляриметром HARPSpol, крупномасштабные магнитные поля, характерные для Вр-Ар звезд, в этой группе звезд отсутствуют. Также очень мала вероятность наличия мелкомасштабных полей типа солнечного. Для многих звезд программы верхний предел поля меньше 10 гаусс (погрешность наблюдений). Похожая ситуация наблюдается и в группе Am звезд.

Наблюдения и анализ переменности продольного магнитного поля показали, что у большинства звезд геометрия магнитного поля может быть представлена магнитным диполем. Однако, Допплеровское картирование наблюдений в 4-х параметрах Стокса, выполненных недавно для нескольких ярких Ар звезд (53 Cam и α^2 CVn, например), показало, что реальная структура магнитного поля на поверхности магнитных звезд гораздо сложнее и может быть представлена наклонным диполем только в первом приближении. В реальности топология магнитного поля есть комбинация дипольной структуры и локальных магнитных пятен повышенной напряженности.

Для исследования эволюции магнитного поля у магнитных звезд в течение жизни на ГП были проанализированы магнитные поля звезд, принадлежащих рассеянному скоплениям различного возраста, что существенно повысило точность определения возраста звезды по сравнению с магнитными звездами поля. Исследовалось распределение магнитного поля с возрастом для трех диапазонов масс: 2-3, 3-4 и 4-5 масс Солнца. Во всех трех случаях было получено, что максимальное поле имеют звезды на, либо вблизи нулевой главной последовательности, то есть звезда приходит на ГП уже с сильным магнитным полем.

Напряженность поля резко падает с увеличением возраста. Уменьшение магнитного потока происходит быстрее, чем предсказывает омический распад, что заставляет предполагать действие каких-то дополнительных механизмов распада.

Происхождение сильных магнитных полей в не конвективных атмосферах магнитных звезд до конца не понято. Принято считать, что крупномасштабное поле является остаточным магнитным полем звезды, которое у нее было в момент рождения и которое усилилось в ходе последующей эволюции.

4. Эффективные температуры (T_{eff}). Несмотря на наблюдаемые аномалии, глобальные характеристики большинства СР звезд (распределение энергии в спек-

тре, фотометрические индексы, интенсивность водородных линий) не сильно отличаются от соответствующих характеристик нормальных звезд того же спектрального класса, что дает возможность исследовать их атмосферы в первом приближении стандартными методами. Анализ химического состава атмосфер CP звезд показал, что содержание аномальных элементов на порядки превышает содержание этих же элементов в атмосфере Солнца. Разумеется, эти аномалии не относятся к химическому составу звезды в целом, иначе ее глобальные характеристики не соответствовали бы звездам главной последовательности. Они локализованы только в очень небольшой части звезды – звездной атмосфере.

Однако, из-за аномального поглощения линиями металлов распределение энергии в спектре отдельной звезды может сильно отличаться от распределения энергии в спектре звезды с такой же эффективной температурой, имеющей солнечный химический состав. На рис. 1 приведено сравнение между наблюдаемым распределением энергии в спектре самой пекулярной из всех CP звезд – звезды Пшибыльского (HD101065), и теоретическим распределением, рассчитанным с учетом сотен тысяч линий редкоземельных элементов, из которых и состоит весь спектр этого уникального объекта. В спектре звезды Пшибыльского практически нет линий элементов железного пика, преобладающих в солнечном спектре. Для сравнения на рис. 1 (любезно предоставленном Д.Шуляком) дано распределение энергии в спектре нормальной звезды той же эффективной температуры. Очевидно, что для детального анализа атмосфер химически пекулярных звезд необходимо использовать модели, рассчитанные с учетом индивидуальных аномалий химического состава.

5. Структура атмосфер химически пекулярных звезд. Наблюдаемая периодическая переменность интенсивностей и профилей спектральных линий в спектрах Вр-Ар звезд заставила с самого начала предположить пятнистую структуру их поверхности, которую восстанавливают из наблюдаемых профилей методами Доплеровского картирования. Пионерскими работами в этом направлении стали работы В.Л.Хохловой. В последующие годы программы Доппле-

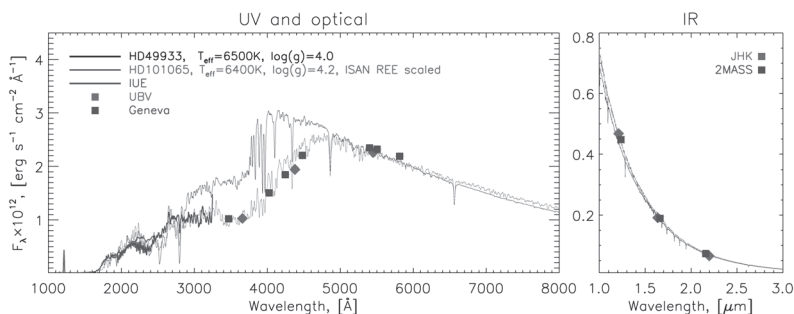


Рис. 1. Распределение энергии в спектре HD101065: широкополосные наблюдения представлены различными значками, ультрафиолетовые – сплошной синей линией. Модельные расчеты с учетом сотен тысяч линий редкоземельных элементов показаны сплошной серой линией. Черной линией показано теоретическое распределение энергии в спектре звезды с солнечным химическим составом.

ровского картирования были усовершенствованы учеником Хохловой Н.Пискуновым, и широко применяются для исследования неоднородности химического состава на поверхности магнитных звезд. Магнитное доплеровское картирование позволяет одновременно восстанавливать структуру магнитного поля и распределение химического состава по поверхности звезды. Поскольку для картирования необходимо иметь качественные спектры высокого разрешения, хорошо распределенные по периоду вращения звезды, Доплеровское картирование проведено для небольшого числа звезд и небольшого набора химических элементов. В этом смысле рекордсменом является холодная Ар звезда HD83368 (HR3831), у которой получено распределение 17 элементов от самых легких Li, C, O до тяжелых редкоземельных элементов Nd, Eu.

На рис. 2 показано распределение по поверхности некоторых элементов для разных фаз вращения звезды, которое любезно предоставлено автором, О.Кочуховым. Звезда видна с экватора вращения, а ось магнитного поля почти перпендикулярна оси вращения. Прекрасно видны некоторые закономерности в распределении элементов. Небольшие пятна Li находятся вблизи магнитных полюсов, Nd образует обширные области с очень высоким содержа-

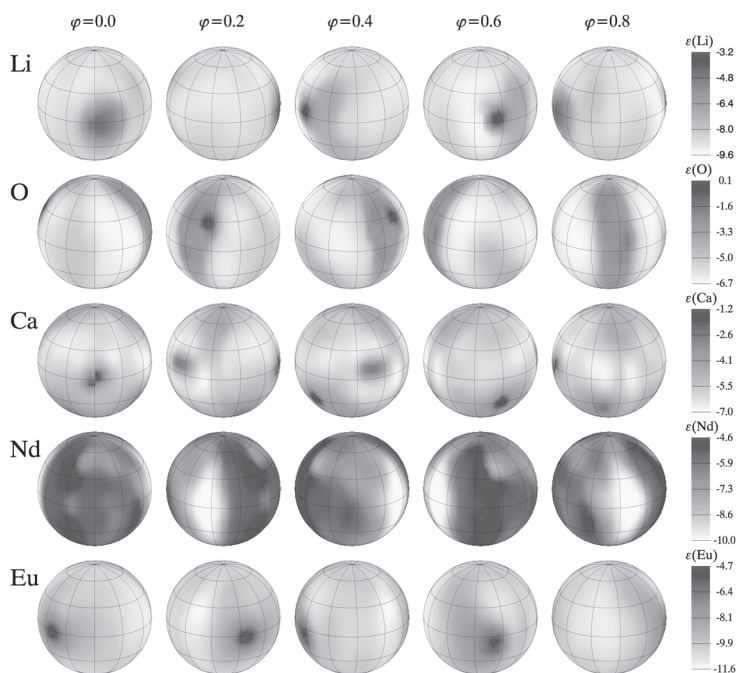


Рис.2. Распределение химических элементов Li, O, Ca, Nd, Eu по поверхности Ар звезды HD83368.

нием везде, кроме магнитного экватора, тогда как кислород, наоборот, сконцентрирован в довольно узкой полосе вдоль магнитного экватора.

Атмосферы Ar звезд химически неоднородны не только по поверхности, но и по глубине атмосферы. Для объяснения химии Ar звезд французский астрофизик Жорж Мишо в 1980 году рассмотрел процесс создания химических аномалий в звездных атмосферах, устойчивых по отношению к турбулентным движениям, в котором происходит диффузия элемента под совокупным действием гравитационного осаждения и радиационного ускорения. В зависимости от преобладания одного из процессов химический элемент может «тонуть» вглубь со дна конвективной зоны (наилучший пример – гелий) или всплывать и накапливаться в атмосфере. Конвективная зона (например, зона III), выполняет роль резервуара, обеспечивающего накопление элемента в верхних радиационных слоях атмосферы. Мишо с коллегами рассчитали диффузию химических элементов в оболочках звезд с массами от одной до пяти солнечных масс. Под оболочками здесь подразумеваются слои от фотосферы и глубже.

Эти первые приблизительные расчеты показали, что некоторые элементы, Mg, Ca, должны иметь дефицит содержания в звездах с 1.2-2.0 масс Солнца, тогда как элементы железного пика должны наблюдаться в избытке, начиная с массы 1.4 массы Солнца, что соответствует эффективной температуре 6500 K. Интересно, что само железо должно наблюдаться в дефиците вплоть до $T_{\text{eff}}=9000$ K. Чтобы правильно рассчитать конечное распределение по глубине в атмосфере звезды необходимо учитывать детальную структуру атомов каждого элемента в первых стадиях ионизации и решать уравнение переноса для большого количества частот.

Такие расчеты были проведены учеником Мишо Ж.Бабелем для элементов Ca, Ti, Cr, Mn, Sr для температуры 8500 K, и впервые было показано, что

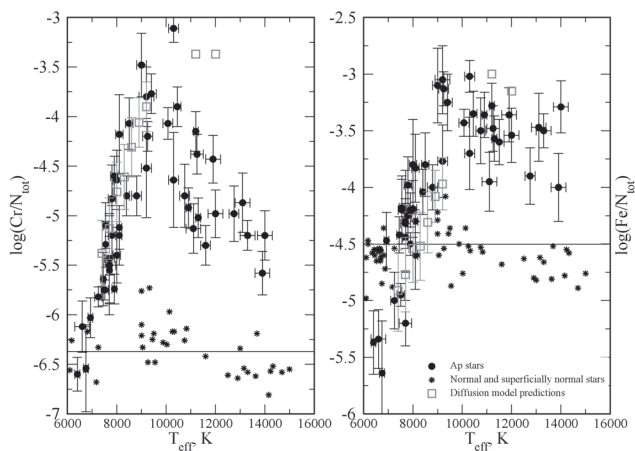


Рис.3. Температурная зависимость средних содержаний Cr (левая панель) и Fe (правая панель) в атмосферах Ar звезд. Содержание этих элементов, рассчитанных по самосогласованным диффузионным моделям, показаны открытыми квадратами.

в атмосфере звезды диффузия приводит к резким градиентам в распределении содержания элементов. В первом приближении это распределение можно представить ступенчатой функцией со скачком на глубине верхней границы конвективной зоны НП, которая по критерию Шварцшильда соответствует $\lg \tau_{5000} \sim -0.6$. В последнее время расчеты диффузии были введены в расчеты моделей атмосфер и получена возможность получать сетки самосогласованных диффузионных моделей для сравнения с наблюдениями.

Подробно химическая структура атмосфер магнитных звезд рассмотрена в работах Рябчиковой. Температурное поведение наблюдаемых аномалий элементов Sr и Fe согласуется с результатами диффузионных расчетов. На рис. 3 представлены распределения содержания Sr и Fe с температурой для большого количества магнитных пекулярных звезд и сравнение их с результатами самосогласованных диффузионных расчетов.

К сожалению, нет диффузионных расчетов для редкоземельных элементов (REE), которые могут играть ключевую роль как при расчете поглощения в атмосферах холодной части Ar звезд, так и при интерпретации пульсаций Ar звезд.

6. Пульсирующие пекулярные звезды. Самые холодные Ar звезды с эффективными температурами $T_{\text{eff}} \sim 8000\text{K}$ попадают в так называемую классическую полосу неустойчивости. В этой полосе расположено подавляющее большинство классических пульсаторов типа δ Sct, RR Lyr, цефеиды, которые пульсируют в низких обертонах радиальных и нерадиальных p-мод и в которых основным механизмом возбуждения пульсаций является зона ионизации гелия. Все Ar звезды считаются обедненными гелием, поэтому в этом случае пульсаций не должно быть. Тем не менее английский астроном Д.Куртц в 1978 году провел быструю фотометрию одной из самых пекулярных звезд Ar звезд – звезды Пшибыльского (HD101065) и обнаружил переменность блеска с очень маленькой амплитудой (0.01^m) и с периодом 12.15 минут. Таким образом, звезда Пшибыльского дала начало новому классу пульсирующих звезд, которые называются гоAr звезды (rapidly oscillating Ar stars). В настоящее время известно 46 гоAr звезд, обнаруженных как по фотометрическим наблюдениям, так и по изменению лучевых скоростей.

Эти звезды лежат в интервале эффективных температур 6400–8100 K в средней части ГП. Периоды пульсаций очень короткие, 5–21 мин, с амплитудой (от пика к пику) 0.0008 – 0.015^m . Отсюда следуют необычайно высокие требования к точности наблюдений пульсаций в этих звездах. Диапазон их магнитных полей очень велик, от практически нулевого поля (HD203932) до среднего поверхностного поля, порядка 24.5 килотесла (HD154708). Большинство звезд мультипериодичны, что усложняет поисковые наблюдения, поскольку пульсации могут почти исчезать время от времени из-за биений. Чтобы объяснить данные наблюдений, Куртц (1982) предложил модель, в которой ось пульсаций совпадает не с осью вращения, как у классических пульсаторов, а с осью магнитного поля, наклоненной к оси вращения звезды под определенным углом. Эта модель названа моделью наклонного пульсатора (МНП). Подтверждение модели наклонного пульсатора получено по наблюдениям ряда звезд, в частности гоAr звезды HR3831.

Как уже было сказано, амплитуды колебаний блеска в гоAr звездах очень малы, но первые наблюдения колебаний лучевых скоростей (RV) показали, что RV амплитуды могут быть весьма большими и очень сильно зависят от принадлежности спектральной линии, по которой проводятся измере-

ния, тому или иному химическому элементу. В большинстве γ Ar звезд максимальную амплитуду пульсаций показывают линии REE, тогда как линии элементов Si и Cr, Fe практически не пульсируют. Ядра водородных линий H_β и H_α пульсируют с промежуточными амплитудами. RV амплитуды варьируются от десятка метров (β CrB) до 5 км/с (HD99563).

Кроме изменения амплитуды пульсаций в зависимости от химического элемента, также меняется фаза пульсаций. Все эти наблюдаемые особенности показаны на рис. 4, где приведены кривые изменения лучевых скоростей для линий различных элементов в спектре одной из наиболее изученных γ Ar звезд HD24712 (HR1217), свернутых с основным периодом пульсаций $P=6.125$ мин.

Анализируя наблюдаемые аномалии химического состава в спектре одной из самых ярких γ Ar звезд γ Eqr, мы предложили модель химической структуры атмосфер γ Ar звезд, которая объясняет наблюдаемые аномалии REE, температурную зависимость содержания элементов железного пика от Ca до Fe и которая согласуется с предсказаниями теории диффузии. Согласно этой модели элементы Si, Ca, Cr, Fe, Ba концентрируются ближе к фотосферным слоям, а редкоземельные элементы Pr, Nd, Tb сосредоточены в облаке с содержанием на 5 порядков больше солнечного, которое расположено на оптических глубинах выше $\log \tau_{5000} = -4$. В рамках этой модели рост амплитуды и фазы изменения лучевых скоростей в верхние слои атмосферы естественно объясняются бегущей пульсационной волной.

Кроме холодных Ar звезд, в полосу неустойчивости δ Sct попадает также большинство Am звезд, которые составляют примерно 50 % от общего количества звезд спектрального класса A8. Самые последние результаты по поиску и исследованию пульсаций в Am звездах показали, что 200 из 1600 наблюдаемых Am звезд имеют низкоамплитудные пульсации типа δ Sct и γ Dor.

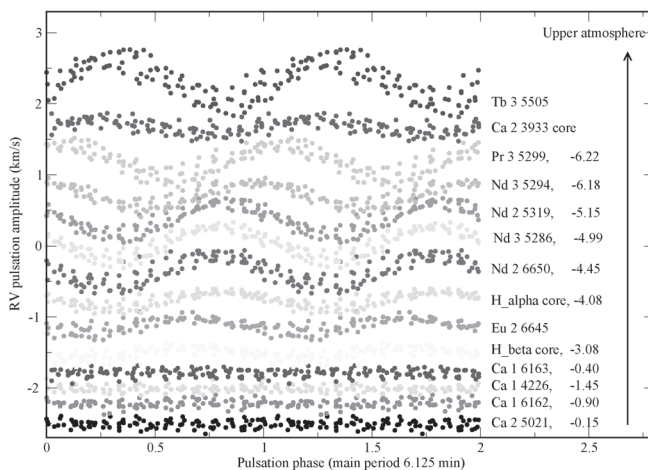


Рис.4. Кривые изменения лучевых скоростей в спектре γ Ar звезды HD24712, свернутые с основным периодом пульсаций $P=6.125$ мин. Справа указаны эффективные глубины образования в шкале $\log \tau_{5000}$.

НОВОСТИ АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКИ

Интересное событие – наблюдение яркого болида над Одессой. 1 сентября 2011 года в 21.35, направляясь в астрономическую обсерваторию в парке Шевченко, В.В.Ковтюх услышал низкий гул и, подняв голову, увидел в зените яркий болид. Он пролетел практически точно с юга на север. На высоте 45 градусов поперечник головы болида был порядка 2 градусов, цвет бело-голубой, по краям – темнее. Поверхностная яркость была как у Луны, а возможно и ярче. От болида отлетали по краям мелкие фрагменты, как бы отпочковывались маленькие болиды. Однако основное тело не фрагментировалось и оставалось целым. Хвост был длинный, темно-желтый, бурлящийся. От зенита до высоты 20 градусов болид пролетел за 5-6 секунд. Было впечатление, что садится тяжелый бомбардировщик, такой стоял низкий гул. Субъективно показалось, что болид летел на очень небольшой высоте, четко были видны мелкие детали и турбулентность в хвосте.

Земные молнии создают космические феерверки и антиматерию. 10 января на 217-ой ежегодной конференции Американского астрономического общества прозвучало сенсационное сообщение о регистрации пучков античастиц во время мощных грозовых разрядов на Земле. Обнаружил это явление космический гамма-телескоп «Ферми», предназначенный для регистрации космического гамма излучения. Оказалось, что каждый день в земной атмосфере происходит три миллиона молний и только 500 самых мощных из них создают гамма-всплески. Уникальность открытия телескопа «Ферми» заключалась в обнаружении им гамма-всплесков от гроз, находящихся далеко за пределами их видимости с космического аппарата. Причина в том, что гамма-кванты грозы, сталкиваясь с другими атомами в атмосфере, образуют пучки античастиц-позитронов, которые регистрируются приборами космического аппарата.

Озоновая дыра в Арктике. Что будет этой зимой? В первые три месяца 2011 года над Арктикой появилась «озоновая дыра» экстремально больших размеров: ее края достигали Москвы. Появление «озоновых дыр» в полярных районах северного и южного полушария сезонное явление: к началу лета они уменьшаются или исчезают вовсе. Само понятие «озоновая дыра» не означает исчезновение озонового слоя, а только его уменьшение. Однако в 2011 году «озоновая дыра» северного полушария оказалась в два раза больше, чем в рекордные зимы 1996 и 2005 годов и сопоставима с южной «озоновой дырой». Такие дыры приводят к тому, что на планету попадает больше ультрафиолетового излучения, но, по мнению метеорологов, для северных широт как раз существует нехватка ультрафиолетового излучения зимой, и никаких опасных последствий сие не дает.

Драгоценные металлы пришли из космоса. В декабрьском выпуске журнала «Science» опубликован результат исследований происхождения на Земле «редких элементов» - золота, платины, рения, осмия, палладия, рутения и иридия. По существующей теории происхождения Земли их вообще не должно было быть на поверхности Земли, поскольку тяжелые элементы в период формирования нашей планеты должны были опускаться к центру. Оказалось, что в нашу планету несколько миллиардов лет назад уже после ее формирования врезались объекты диаметром вплоть до 3000 километров (больше Плутона). Это достаточно много, чтобы изменить процентное содержание металлов, но

недостаточно, чтобы разрушить молодую Землю. В целом эта поздняя стадия “золотой” бомбардировки добавила Земле всего лишь 0,5% её массы.

Второе свидание с кометой. 2011 год продолжает эстафету космических достижений. 14 февраля космический аппарат «Стардаст» приблизился к ядру кометы «Темпель-1» размером 7.6x4.9 км на расстояние 180 км и сделал подробные снимки его поверхности. Это было, впервые в истории, второе посещение одной и той же кометы. При первой встрече в 2005 году с аппарата был сброшен «ударник» — «Дип Импакт», который атаковал комету. После удара комета сместилась по орбите всего на 10 см! На полученных снимках ученые надеются увидеть те перемены, которые произошли с кометой после удара и ее пролете вблизи Солнца. Самое удивительное, что основные детали поверхности ядра: гребни, кратеры и гладкие участки за это время почти не изменились. К настоящему времени состоялось «посещение» девяти астероидов и четырех комет.

Весенние дожди на Титане. Космический аппарат «Кассини» находится на орбите вблизи Сатурна с 2004 года. В 2005 году его спускаемый аппарат «Гюйгенс» совершил посадку на поверхность спутника Титана, единственного в солнечной системе имеющего плотную атмосферу. На Титане при температуре -180° по Цельсию есть озера из жидких углеводородов, дуют ветры. В последующем исследования показали, что в период наступившей весны на Титане в его экваториальных районах идут метановые дожди, после которых на поверхности спутника остаются высохшие русла “рек”. В атмосфере этого спутника-планеты, содержащей 98% азота и 1,6% метана, обнаружались также органические соединения. В то же время низкие концентрации водорода и ацетилена в атмосфере и на поверхности этого спутника, по мнению астробиологов, могут быть следствиями существования там особой формы жизни на основе метана.

Новые открытия на Сатурне: спутник Энцелад поставляет воду и полярные сияния. Самый большой космический инфракрасный телескоп «Гершель» обнаружил, что водяные гейзеры со спутника Энцелада поставляет воду в атмосферу Сатурна. Примерно 3-7% воды из этих криовулканов в виде кристалликов льда «достаются» Сатурну, остальная часть оседает в его кольцах и рассеивается в межпланетном пространстве. Это уникальное явление, когда спутник определяет химический состав атмосферы планеты! На этом сюрпризы не закончились. «Гершель» обнаружил, что от Энцелада к Сатурну движутся потоки заряженных частиц, создающие уникальный фейерверк в виде водяных фонтанов и полярных сияний на Сатурне!

Что происходит на обратной стороне Солнца? Научной сенсацией стало получение полного изображения Солнца двумя солнечными космическими обсерваториями “STEREO”, запущенными в 2006 году так, что одна из них опережала Землю, другая «отставала». 6 февраля они начали передавать информацию о состоянии активности по всей поверхности Солнца. Впервые в истории научных наблюдений учёные получают возможность проверить свои предположения о взаимодействии различных участков активности на Солнце между собой. Эти знания необходимы для оперативного и долгосрочного прогнозирования солнечной космической погоды. Космические обсерватории будут двигаться до их «встречи» в 2015 году. Затем они начнут вновь расходиться, передавая уникальную информацию вплоть до 2020 года.

Мощность солнечных вспышек намного больше, чем считалось. Анализируя данные по наблюдению солнечных вспышек на космической обсерватории «Solar Dynamics Observatory», ученые установили, что энергия солнечных вспышек больше, чем считалось до сих пор. Обычно мощность вспышек на Солнце оценивается по их рентгеновскому излучению. Однако данные исследований 191 вспышки с мая 2010 года по настоящее время показали, что излучение вспышки намного более продолжительно в ультрафиолетовом диапазоне. Ультрафиолетовое излучение продолжалось еще многие часы после того как в рентгеновском диапазоне все стихало. Таким образом «энергетический выход» солнечных вспышек оказывается в 2-3 раза больше. Это является важным обстоятельством при оценке степени воздействия солнечных вспышек на Землю и вызываемых ими магнитных бурь.

Новые открытия планет у других звезд. В настоящее время обнаружено свыше 1200 экзопланет у других звезд, в большинстве они намного больше нашей Земли. Астрономы из Южной Европейской обсерватории сообщили об открытии новых 16 суперземель у других звезд, подобных нашему Солнцу. (Сверхземлями называют планеты по массе равными или до 10 раз больше массы Земли). На счету открытия 150 экзопланет, среди них 50 суперземель.

Тайны «черной» планеты. Астрономы обнаружили один из самых темных объектов во Вселенной – экзопланету TrES-2b размером с Юпитер, которая отражает всего 1% падающего на него света! Эта экзопланета вращается вокруг звезды, расположенной на расстоянии 750 световых лет от Земли в созвездии Дракона. Расстояние между звездой и планетой всего 5 млн. км, что в 30 раз меньше, чем расстояние от Земли до Солнца. В силу своей близости к светилу атмосфера планеты накалилась до 1000 градусов по Цельсию и “испускает слабое красное свечение подобно раскаленным углям”. Она была обнаружена космическим аппаратом «Кеплер» по изменениям блеска звезды при прохождении экзопланеты по ее диску. Такие же события бывают и в нашей солнечной системе при прохождении по солнечному диску Меркурия и Венеры.

Бетельгейзе и 2012 год. В последнее время активно обсуждается информация о якобы скором взрыве звезды Бетельгейзе в созвездии Ориона, которая станет по яркости сопоставимой с Солнцем. Взрыв этой сверхновой звезды привязывается к 2012 году, в котором по информации ряда источников «обязательно» должно произойти хоть что-нибудь катастрофическое для жителей Земли. Бетельгейзе – красный гигант, по массе в 20 раз больше Солнца, а по размерам больше орбиты Юпитера! Бетельгейзе находится в состоянии «предсверхновой» и может взорваться в ближайший миллион лет. Она находится от нас на расстоянии 600 световых лет, и ее удаленность никакого вреда землянам причинить не может. Не будет и второго Солнца на нашем небе, поскольку ее блеск будет чуть ярче Венеры! Так что никакой космической катастрофы в 2012 году не предвидится.

Загадочная вспышка гамма-излучения в Галактике. Астрономы зафиксировали мощнейшую вспышку гамма-излучения, которая произошла в Крабовидной туманности. Эта туманность в созвездии Тельца находится на расстоянии 500 световых лет от Земли и появилась в результате вспышки Сверхновой в 1054 году. Сама туманность впервые была открыта в 1731 году астрономом Д.Бэвисом. Ее диаметр составляет 6 световых лет. Туманность расширяется со скоростью около 1000 км/с. В ее центре находится нейтронная звезда-пульсар. Первая вспыш-

ка была зафиксирована обсерваторией «Ферми» 12 апреля и затем неоднократно повторялась. Произошла она из области расположения пульсара, «ускорителя» релятивистских частиц и ударных волн в туманности. Что стало причиной столь мощной вспышки гамма-излучения, остается неизвестным.

Черные дыры на заре рождения Вселенной. По сообщению журнала «Nature», космический рентгеновский телескоп «Чандра» обнаружил популяцию молодых черных дыр, существование которой не предсказывается существующими теориями эволюции Вселенной. Вместе с данными космического телескопа «Хаббл» обнаружены крайне удаленные источники рентгеновского излучения. Ученые полагают, что источником этого излучения являются процессы поглощения материи сверхмассивными черными дырами в центрах молодых галактик. Экстраполировав собранные данные на всю Вселенную, ученые установили, что 800-950 миллионов лет после Большого Взрыва было около 30 млн. таких черных дыр. Это примерно в сто раз больше, чем предсказывают современные теории эволюции галактик. Новые результаты показывают, что черные дыры в прошлом росли гораздо агрессивнее, чем считалось ранее, причем вместе со своими галактиками.

Космические катастрофы вблизи черных дыр. По существующим представлениям, вблизи сверхмассивных черных дыр массой в миллиарды масс нашего Солнца, расположенных в центрах активных галактик, постоянно происходят космические катастрофы – поглощение звезд, захватываемых черной дырой. Однако из-за огромного количества пыли, окружающей черную дыру, трудно разглядеть, что и как происходит. Откуда там столько пыли? Астрономы объясняют это тем, что, кроме огромного числа звезд, окружающих черную дыру, есть еще множество мигрирующих планет, астероидов и комет, которые, сталкиваясь друг с другом на огромных скоростях в тысячи км/с, сообщаемых им притяжением черной дыры, «растираются» и создают мощную пылевую завесу, закрывающую черную дыру.

Международный космический центр в Украине. В Украине на базе Национального центра управления и испытания космических средств в Евпатории будет создан Международный Космический Центр. В его создании заинтересованы Россия и ряд европейских стран. Так, крупнейший в мире радиотелескоп-радар с диаметром антенны 70 метров (РТ-70) будет использован для реализации перспективных российских проектов Фобос-Грунт и Спектр-РГ, которые предусматривают запуски космического аппарата (КА) к спутнику Марса для доставки образцов грунта на Землю, а также запуск в космос астрофизической обсерватории для работы в рентгеновском и гамма диапазонах. Запуски намечены на 2012 год.

Успешный запуск украинского спутника «Січ-2». 17 августа 2011 года успешно стартовала ракета-носитель «Днепр», которая вывела на орбиту сразу 7 космических аппаратов. Основной полезной нагрузкой стал украинский спутник дистанционного зондирования «СІЧ-2». Этот аппарат весом в 176 кг предназначен для съемки Земли в видимом и инфракрасном диапазоне. На прошедшей в начале сентября XI Международной конференции по космическим исследованиям в Евпатории было сообщено об успешной работе всех бортовых систем спутника. Спутник «СІЧ-2» разработан и изготовлен КБ «Южное» и ПО «Южмаш» в Днепропетровске.

Европейский спутник установил точную форму Земли. Европейский спутник GOCE (исследователь гравитационного поля и океанских течений Земли) установил форму Земли (геоида) с высочайшей точностью до 1-2 см! Форма Земли неодинакова в разных районах планеты и похожа на «картофелину». На основании этого, получая данные о точном уровне морских вод в разных точках планеты (от спутников-высотометров) и сравнивая их с картой геоида, можно получить сведения о циркуляции воды и колебаниях в уровне моря, вызванных глобальными переменами климата, определить динамику ледяных покровов Земли и многое другое. Спутник GOCE замечает тектонические разломы и их изменения, предшествующие землетрясениям, распределение масс в толщах горных хребтов и иные, скрытые от глаз, особенности строения Земли.

Первый полет «Робонавта» и последний «Дискавери». 25 февраля 2011 года стартовала 133-я миссия космических кораблей «Шаттл» к Международной космической станции. Для шаттла «Дискавери» это последний 39-й полет. На его борту шесть астронавтов и один Робонавт-андроид. Таким образом, начался отсчет эры полетов роботов, подобных человеку. Весит кибернетический астронавт 136 килограммов. Его руки и голова обладают 42 степенями свободы. За восприятие отвечают 350 сенсоров, несколько видеокамер инфракрасного и видимого диапазона. Мозг робота из 38 процессоров находится в торсе, голова полностью занята камерами. Низ «Робонавта-2» в последующем будет оборудован устройством для передвижения. Основная задача – проверка робота в условиях космического полета. Постепенно «Робонавт-2» будет обучаться опасной и длительной работе, включая выходы в открытый космос. В конце 2012 года НАСА намерена отправить робота на поверхность Луны.

Как лечиться в космосе? В связи с предстоящим заметным ростом числа людей, летающих в космос, актуальной становится задача эффективного лечения при различных недомоганиях. Оказалось, что в космических условиях эффективность действия обычных «земных» лекарств сильно понижается. В исследовании, опубликованном в журнале Американской ассоциации исследователей-фармацевтов, делается вывод, что вероятная причина потери лечебных свойств кроется в повышенном радиационном фоне и условиях невесомости на борту Международной космической станции. Исследователи отправили на нее четыре коробки с 35 различными препаратами и точно такие же оставили на Земле. Все протестированные препараты, побывавших на станции, обладали пониженной эффективностью в сравнении с аналогами, хранившимися в обычных земных условиях.

«Вояджеры» обнаружили гигантские магнитные пузыри. Научной сенсацией стало открытие, которое совершили космические аппараты «Вояджер». После 33 лет полета они вышли на окраину Солнечной системы, отделяющую ее от межзвездного пространства. Эти космические аппараты во время своего полета совершили открытия мира планет-гигантов: Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна. На прощание они обнаружили на границе Солнечной системы гигантские магнитные пузыри с размером, равным расстоянию от Земли до Солнца! В настоящее время «Вояджеры» переходят из одного пузыря в другой, затрачивая на их преодоление 3-4 месяца. Это открытие изменило наши представления об устройстве границы гелиосферы, защищающей нас от окружающего космоса.

Космические зонды полетят к Солнцу. В 2015 году Россия готовит запуск космического аппарата «Интергелиозонд», который будет летать вокруг Солнца на расстоянии 30-40 его радиусов. Предполагается, что на борту космического аппарата будет размещено 17 научных приборов, которые позволят исследовать процессы на Солнце с максимальной оперативностью. Для защиты от нагрева «Интергелиозонд» будет оснащен специальным экраном, способным выдерживать температуру нагрева в 600 градусов. Если экран сможет выдерживать и большие температуры, то зонд приблизится на расстояние в 10-12 радиусов Солнца. Аналогичные проекты разрабатывают НАСА и Европейское Космическое Агентство – ЕКА. Последнее планирует запуск аппарата “Solar Orbiter” в 2017 году на расстояние в 60 радиусов Солнца, а НАСА рассчитывает запустить “Solar Probe” на расстояние 8.5 радиуса Солнца в 2018 году.

Космический зонд «Рассвет» стал спутником астероида «Веста». 16 июля космический зонд НАСА «Рассвет» подошел к астероиду «Веста» и стал его спутником. Изучение Весты начнется с расстояния 2700 км, а затем орбита снизится до 680 км и будут получены стереоснимки астероида. Потом состоится минимальное сближение до 200 км, и будет детально изучена его поверхность. «Веста» – второй по размерам астероид, имеет почти сферическую форму размером свыше 500 км. Эта «почти планета» имеет железное ядро и испытала сильное столкновение, образовавшее большой кратер. Осколки от столкновения разлетелись по всей Солнечной системе и некоторые в виде метеоритов упали на Землю! Изучение астероида продлится год, и в июле 2012 года зонд направится к карликовой планете Церере, исследование которой начнется в 2015 году.

«Радиоастрон» готовится к исследованию тайн Вселенной. 18 июля 2011 года украинская ракета «Зенит-3М» вывела на космическую орбиту российскую обсерваторию «Радиоастрон». Это первый крупный российский космический проект за последние 17 лет, в реализации которого принимает участие Украина. Сейчас «Радиоастрон» приближается к Земле на 600 км, а удаляется до 330 тыс.км. 10-ти метровая антенна «Радиоастрона» вместе с наземными радиотелескопами составят гигантский радиоинтерферометр, который сможет увидеть активные ядра галактик, черные дыры и пульсары с разрешением в тысячу раз более высоким, чем у космического телескопа «Хаббл»! Уже успешно проведена процедура раскрытия антенны радиотелескопа. Впереди другие работы, после которых можно будет начать научные исследования.

«Юнона» летит к Юпитеру. 5 августа 2011 года НАСА осуществило успешный запуск космической станции «Юнона» к Юпитеру. После пятилетнего путешествия космический зонд достигнет Юпитера и будет исследовать его атмосферу и спутники. Ученые хотят лучше понять процессы формирования планет-гигантов, подобных Юпитеру, поскольку такие планеты в изобилии имеются и у других звезд. Будет детально изучено «большое красное пятно» на Юпитере и наличие металлического ядра, создающего гигантскую магнитосферу Юпитера.

Космическое такси. На смену «Шаттлам», как предполагается, в конце ноября 2011 года к Международной космической станции начнет курсировать «космическое такси», которое будет осуществлять перевозку космонавтов и в перспективе «космических пассажиров». Полеты будут организованы американской компанией “Space X” с использованием капсулы «Dragon», запускаемой на ракете Falcon-9. Компания обладает возможностями запуска до шести аппаратов в год. С момента их запуска начнется эра «космического туризма», и ближайший космос станет частью нашего большого дома.

140-ЛЕТИЕ ОДЕССКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

15 августа 2011 года исполнилось 140 лет Астрономической обсерватории Одесского (в прошлом Новороссийского) национального университета имени И.И.Мечникова, ныне – Научно-исследовательского института "Астрономическая обсерватория". В течение всего года проводились различные мероприятия, посвященные этому событию. Одним из них была Научно-практическая конференция учащихся общеобразовательных школ области "Современная астрономия в школьном образовании", проходившая 24 марта в конференционном зале ОНУ. Ребята представили интересные доклады по астрономии и истории астрономии, были отмечены наградами.

Значительным событием стала выставка редких изданий Астрономической обсерватории, среди авторов которых – известные ученые, работавшие в обсерватории, А.Я.Орлов, О.П.Ганский, А.Р.Орбинский, В.П.Цесевич и многие другие. Значительные заслуги в организации выставки в стенах научной библиотеки Одесского национального университета принадлежат ее директору – М.А.Подрезовой.

Главные праздничные мероприятия состоялись 23 сентября и 24 сентября 2011 года. Торжественное заседание проходило 23 сентября, в День осеннего равноденствия, в Большом актовом зале университета. С приветствиями в адрес коллектива Астрономической обсерватории выступили: директор Главной Астрономической обсерватории НАН Украины, Президент Украинской Астрономической ассоциации Я.С.Яцкив, директор Физико-химического института им. А.В.Богатского НАН Украины, Председатель Южного научного центра НАН Украины, член Президиума НАН Украины С.А.Андронати, директор Астрономической обсерватории Киевского национального университета В.М.Ефименко, директор Николаевской Астрономической обсерватории Г.И.Пинигин, директор Астрономического центра Приднестровского университета, А.М.Выхристенко, директор Одесской обсерватории Радиоастрономического института НАНУ О.А.Литвиненко, председатель Одесского Астрономического общества М.И.Рябов, директор Выгорлатской обсерватории в Словакии Игорь Кудзей, а также представители Одесской областной госадминистрации, областного и городского Советов.

Сотрудникам Астрономической обсерватории и кафедры астрономии Одесского национального университета были вручены Почетные грамоты областной государственной администрации, областного совета, городского совета, совета ректоров вузов Одессы, Одесского национального университета имени И.И.Мечникова.

Доклад об истории астрономии в Одессе и о современном состоянии научных исследований в Астрономической обсерватории сделал директор обсерватории, ведущий кафедрой астрономии ОНУ С.М.Андриве-



ский. Тему исторической ретроспективы продолжила сотрудница библиотеки им. М.Горького И.Э.Рикун, которая рассказала слушателям о доценте кафедры астрономии Новороссийского университета А.Р.Орбинском.

После торжественной части состоялся праздничный концерт, в котором выступили самодеятельные коллективы университета. Кроме этого, для всех участников и гостей собрания членами ассоциации выпускников университета была подготовлена программа "От всей души", посвященная всем тем людям, кто делает историю обсерватории в настоящее время, кто вносит свой вклад в развитие науки.

На празднике присутствовали многочисленные гости, среди которых были ветераны обсерватории, а также сотрудники различных научных и административных подразделений и факультетов университета, а также гости из других городов Украины. Вечером в стенах Астрономической обсерватории праздничный день закончился товарищеским ужином.

В субботу, 24 сентября, в Одесском Доме Ученых состоялась научная конференция, посвященная 140-летию Астрономической обсерватории. Доклады были посвящены главным образом истории научных исследований по отдельным направлениям астрономии и астрофизики в Астрономической обсерватории ОНУ и той роли, которую они сыграли в этом учреждении, а также в развитии аналогичных исследований в других обсерваториях. Д-р Игорь Кудзей (Словакия) посвятил свой доклад истории создания одесского телескопа с диаметром главного зеркала 100 см, установленного в Выгорлатской обсерватории, ныне действующего и работающего по совместной программе исследований переменных звезд. Д-р Давид Мкртчян (Крымская АО) в своем представлении рассказал о работах одесских астроспектроскопистов, которые выполнялись в Одессе, а также на наблюдательных станциях в других регионах СНГ, и стали базой в дальнейшем создании сети наблюдательных станций для проведения астросейсмологических исследований. Доклад Н.Лемешенко и Т.Шевчук был посвящен жизни и деятельности выпускника кафедры астрономии Новороссийского университета А.П.Ганского. Проф. И.Л.Андронов рассказал о проекте "Inter-Longitude Astronomy" и о результатах многолетней работы в рамках этого проекта. Д-р М.И.Рябов представил интересный доклад о результатах радиоастрономических исследований, в частности, в Одессе. В работе конференции принял участие академик Я.С.Яцкив. Он рассказал о перспективах астрономических исследований в Украине и ответил на вопросы присутствующих по различным проблемам, включая "перевод стрелок часов в Украине".



Конференция прошла в теплой, дружеской атмосфере. В ней приняли участие выпускники кафедры астрономии и сотрудники обсерватории, работавшие здесь в разные годы, коллеги из других обсерваторий. Всех их (нас) связывает многолетнее плодотворное научное сотрудничество и чувство благодарности кафедре и обсерватории, давшим когда-то старт в дальнейших поисках и успехах.

XI МЕЖДУНАРОДНАЯ ГАМОВСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ-ШКОЛА

XI Международная Гамовская конференция-школа: "Астрономия на стыке наук: астрофизика, космология и гравитация, космомикрoфизика, радиоас-



трономия и астробиология" состоялась с 22 по 28 августа 2011 года. Традиционно Гамовская конференция-школа проходила на базе отдыха Одесского национального университета им. И.И.Мечникова (ОНУ) "Черноморка". Пленарные заседания проходили в комфортабельном конференц-зале пансионата "Совиньон", где было все необходимое для плодотворной работы. В числе основных организаторов был Одесский национальный университет (Астрономическая обсерватория, кафедра астрономии и кафедры теоретической физики физического факультета), Радиоастрономический институт

НАНУ и Одесское астрономическое общество. Работа XI Гамовской конференции-школы проходила при поддержке Украинской астрономической ассоциации, Евро-Азийского астрономического общества, Российского Гравитационного общества, Южного Научного Центра НАНУ.

В день заезда участников, 22 августа, был проведен вечер, посвященный обзору событий Европейской астрономической недели в Санкт-Петербурге (JENAM-2011), о котором рассказали участники этого представительного форума И.Л.Андронов и М.И.Рябов. Участники с интересом выслушали сообщения Г.С.Царевского об истории проекта космического радиоинтерферометра "РАДИОАСТРОН" и успешном выводе его на орбиту. Выступление сопровождалось показом оригинальных видеоматериалов запуска и начала пуско-наладочных работ. Участники конференции-школы пожелали успехов коллективу проекта "РАДИОАСТРОН", возглавляемым академиком РАН Н.С.Кардашевым, по вводу в строй радиоинтерферометра.

В информации сопредседателя Евро-Азийского астрономического общества М.И.Рябова участникам конференции было сообщено о деятельности общества и его собрании, прошедшем в Санкт-Петербурге. Участникам была также представлена книга "Практическая радиоастрономия", подготовленная группой авторов из ГАИШ МГУ (В.К.Конникова, Е.Е.Лехт, Н.А.Силантьев). Книга вышла в издательстве Московского университета в 2011 году. Интересной и оригинальной была фотосессия выпускника ОНУ Виктора Окнянского – "Возвращение в Одессу".

Каждый год на конференции-школе отмечаются важные события в астрономической жизни. В этом году для одесских астрономов особой датой стало 140-летие со дня основания астрономической обсерватории Одесского (Императорского Новороссийского) национального университета им. И.И.Мечникова. Об этапах создания и развития различных научных направлений в обсерватории рассказал ее нынешний директор и заведующий кафедрой астрономии С.М.Андриевский. Примечательной особенностью каждой конфе-

ренции стало представление исторических материалов о "времени Гамова" в Одессе. Главный библиограф научной библиотеки им. А.М.Горького И.Э.Рикун на открытии конференции представила доклад об эпохе одного из лучших в России научно-популярных издательств "Матезис", которое работало в Одессе с 1904 по 1924 годы – в канун и период революции, гражданской войны и становления Советской власти. Книги этого издательства в немалой степени способствовали увлеченности Георгия Гамова физикой, математикой и астрономией. В настоящее время в Интернете существует сайт, где представлены все книги этого издательства по физике, математике, астрономии, подготовленный российскими математиками вместе с автором доклада, не потерявшие своей актуальности и в наше время (<http://www.mathesis.ru>).

Программа XI Гамовской конференции-школы была организована в виде пленарных докладов по актуальным проблемам астрофизики, космологии, радиоастрономии, космомикрофизики, гравитации и астробиологии и секционных заседаний по этим темам. Всего было представлено 18 пленарных, 40 секционных и 15 постерных докладов.

Пленарные доклады были представлены Г.С.Бисноватым-Коганом (ИКИ РАН), А.Д.Черниным (ГАИШ МГУ), Г.С.Царевским (АКЦ ФИАН), В.Н.Мельниковым (ВНИИМС, Москва), А.И.Жуком (ОНУ, Одесса), Л.Л.Янковским (ИТФ, Киев), С.Г.Моисеенко (ИКИ РАН), В.А.Захожаем (АО, Харьков), В.М.Чечеткинским (ИПМ РАН), М.И.Орлюком (Ин-т геофизики НАНУ), Д.В.Наумовым (ИЯИ, Россия, Дубна), А.А.Петрухиным ("MERPhI" – Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"), А.Г.Горшковым (ГАИШ МГУ), И.Л.Андроновым (ОНМУ, Одесса), Д.Е.Мкртчяном (НИИ КРАО) и М.И.Рябовым (Одесская обсерватория РИ НАНУ).

К сожалению, в небольшой заметке невозможно осветить все подробности представленных докладов. Желающие смогут ознакомиться с тезисами докладов на интернет-странице Одесского астрономического общества (www.astr-soc.odessa.ua). Публикация докладов XI Гамовской конференции-школы будет в 24-м томе журнала "Odessa Astronomical Publications", который выйдет в свет в конце 2011 года.

В конференции приняли участие 60 человек, в том числе из России (30), Украины (26), Молдовы (2), Казахстана (1), Армении (1). Среди участников были представители Московского (ГАИШ), Санкт-Петербургского, Харьковского, Львовского, Одесского, Киевского, Ростовского и Кишиневского университетов. Широким было представительство академических институтов России и Украины (ИКИ РАН, АКЦ ФИАН, ИРА НАНУ, ГАО НАНУ, ИТФ НАНУ, ИПМ РАН, НИИЯФ РАН, Дубна).

Научный Оргкомитет и участники конференции отметили высокий уровень организации и проведения конференции-школы, выразили свою признательность руководству и профкому Одесского университета и администрации базы отдыха ОНУ "Черноморка" за всемерную поддержку ее проведения. Многолетний опыт работы Гамовских конференций и школ показывает необходимость их ежегодного проведения. В 2012 году XII Международная Гамовская конференция-школа также пройдет на базе отдыха ОНУ "Черноморка" с 20 по 26 августа.

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ АСТРОНОМИИ В 2012 ГОДУ

400 лет назад, в 1612 году, Симон Марий (Германия) впервые дал описание **Туманности Андромеды**.

320 лет назад, в 1692 году, начались **астрономические наблюдения в России**: Афанасий, архиепископ Холмогорский, приобрел «окозрительные трубки» и начал наблюдать небесные светила, за 7 лет до того, как Брюс открыл «Навигацкую школу» в Москве. Возможно, юный Ломоносов слышал от старших о таких необычных занятиях архиепископа Афанасия.

100 лет назад, в 1912 году, во-первых, австрийский физик Виктор Гесс открыл **космические лучи**, обнаружив сильную ионизацию воздуха выше 2000 м над уровнем моря, а во-вторых, в Циркуляре Гарвардской обсерватории вышла небольшая, на 3 страницы, статья Генриетты **Ливитт** и Эдуарда **Пикеринга** «Периоды 25 переменных звезд в Малом Магеллановом Облаке», где сообщалось об обнаружении **зависимости период – светимость**.

50 лет назад, в 1962 году, группа исследователей под руководством **Джиаккони** (о нем в ОАК-2011) с помощью рентгеновского детектора на ракете Аэроби-150 открыла первый космический источник рентгеновских лучей – **Скорпион X-1**.

8 января исполняется **70 лет** выдающемуся физику-теоретику нашего времени Стивену **Хокингу**, который разработал термодинамику черных дыр, предсказал «испарение» черных дыр в результате квантовых эффектов и занимается проблемой потери информации в черных дырах.

24 января – **130 лет** со дня рождения Гарольда **Бэбкока** (1882–1968), известного американского астрофизика. Изучал магнитные поля Солнца, продолжил работу Роуланда по созданию фундаментальных таблиц спектральных линий, исследовал свечение ночного неба.

2 февраля – **120 лет** со дня рождения Куно **Хоффмайстера** (иначе Гоффмейстер, 1892–1968), немецкого астронома, крупнейшего исследователя переменных звезд «всех времен и народов». В Зоннеберге организовал фотографическое патрулирование неба, открыл и исследовал почти 10 тысяч (!) переменных звезд. Занимался также метеорами (каталог метеорных потоков, 1948), фотометрией зодиакального света и противостояния.

8 февраля – **120 лет** со дня рождения Ивана Даниловича **Жонголовича** (1892–1981), советского астронома, геодезиста и гравиметриста. Исследовал Арктику, гравитационное поле и фигуру Земли, занимался спутниковой геодезией и радиоинтерферометрией со сверхдлинной базой. Участвовал во многих экспедициях. Был редактором «Морского астрономического ежегодника» и «Авиационного астрономического ежегодника».

26 февраля – **170 лет** со дня рождения Камилла Никола **Фламмарiona** (1842–1925), известного французского астронома. Работал в Парижской обсерватории и Бюро долгот, а в 1883 устроил собственную обсерваторию в Жювизи (под Парижем). Исследовал Луну, Марс, двойные звезды. Занимался также вулканологией, климатологией, неоднократно поднимался на аэроста-тах для изучения атмосферного электричества и других явлений. Фламмар-ион, наверное, самый знаменитый популяризатор астрономии: помимо «Попу-лярной астрономии», написал несколько книг, основал журнал «L'Astronomie» (выходящий по сей день) и Французское астрономическое общество.

4 марта – **150 лет** со дня рождения Роберта **Эмдена** (1862–1940), крупного швейцарского астрофизика и геофизика. Одним из первых применил термо-

динамику к разрешению астрофизических и геофизических проблем. В своей знаменитой монографии «Газовые шары» (1907) Эмден заложил основы построения звездных моделей.

1 апреля – **150 лет** со дня рождения Карла **Шарлье** (1862–1934), шведско-го астронома. Занимался небесной механикой, звездной астрономией, космологией. Широкую известность получила его модель Вселенной, согласно которой благодаря иерархической структуре Вселенной средняя плотность (масса, деленная на занимаемый объем) уменьшается с увеличением рассматриваемого объема (в пределе стремясь к нулю).

2 апреля – **100 лет** со дня рождения Олега Александровича **Мельникова** (1912–1982), известного советского астронома. Ему посвящен отдельный очерк в настоящем выпуске Календаря.

11 апреля – **150 лет** со дня рождения Уильяма **Кэмпбелла** (1862–1938), выдающегося американского астронома. Много лет проработал в Ликской обсерватории и с 1901 года был ее директором. Основные работы посвящены спектроскопии и звездной астрономии. Исследовал Новую Возничего 1892, определил лучевые скорости большого числа звезд, изучал звезды Вольфа–Райе, спектрально-двойные звезды. Его спектральные исследования Марса еще в 1894 году свидетельствовали о ничтожном количестве кислорода и водяных паров в атмосфере этой планеты, что окончательно подтвердилось только во второй половине XX века. Участвовал в восьми экспедициях по наблюдению полных солнечных затмений (7 из них возглавлял). Между прочим, в одной из этих экспедиций, в 1914 году, побывал в Киеве.

19 апреля – **120 лет** со дня рождения Григория Абрамовича **Шайна** (1892–1956), крупного советского астрофизика, родом из Одессы. С 1925 года работал в Крыму, сначала в Симеизе, а в 1944 году основал и возглавил Крымскую астрофизическую обсерваторию. Основные работы посвящены звездной спектроскопии (лучевые скорости, вращение, аномалии химического состава) и физике газовых туманностей (открыл около 150 туманностей, по поляризации света и другим характеристикам волокнистых туманностей открыл регулярное магнитное поле Галактики). Исследовал также двойные звезды, астероиды, солнечную корону. Именем Шайна назван 2,6-метровый рефлектор КРАО – ЗТПШ (Зеркальный Телескоп Шайна).

28 апреля – **100 лет** со дня рождения Яниса Яновича **Икауниекса** (1912–1969), советского астрофизика. Ему посвящен отдельный очерк в настоящем выпуске Календаря.

21 мая – **125 лет** со дня рождения Авенира Александровича **Яковкина** (1887–1974), видного астронома. Окончив Казанский университет в 1910 году, работал в обсерватории им. Энгельгардта, затем в Свердловске, а с 1945 года – в Киеве, в университете и в ГАО (в 1952–1959 годы – директор). Основные работы посвящены Луне, ее фигуре, вращению и физической либрации. Предложил ряд моделей фигуры Луны. Занимался теоретической астрономией и приборостроением.

28 мая – **100 лет** со дня рождения Руби **Пэйн-Скотт** (1912–1981), австралийской исследовательницы в области радиофизики и радиоастрономии. Во время войны занималась секретными радарными проблемами. Затем исследовала радиовспышки Солнца. 26 января 1946 года провела первые радиоинтерферометрические наблюдения со сверхдлинной базой для локализации и определения угловых размеров вспышки; одна антенна была в Дувре (Англия), другая – в курортном городке Колларой (Австралия).

31 мая – **100 лет** со дня рождения Мартина **Шварцшильда** (1912–1997), известного американского астрофизика, сына Карла Шварцшильда и племянника Р. Эмдена – тоже известных астрофизиков. Основные работы посвящены строению и эволюции звезд (так и называется переведенная на многие языки его монография). Исследовал пульсации звезд, построил первые модели Солнца с учетом термоядерного синтеза в ядре, выполнил обширные расчеты моделей звезд на поздних стадиях эволюции. Изучал турбулентность и конвективную неустойчивость в звездах, солнечную грануляцию.

9 июня – **200 лет** со дня рождения Иоганна **Галле** (1812–1910), немецкого астронома. Предложил определять параллакс Солнца по наблюдениям астероидов и первым сам это сделал. Исследовал кометы, в том числе три кометы открыл. Но прежде всего Галле известен, как человек, первый увидевший Нептун, – получив письмо от Леверье 23 сентября 1846 года, Галле в тот же вечер (он тогда работал в Берлине) отыскал новую планету на небе.

11 июня – **250 лет** со дня рождения Ивана Акимовича **Фальковского** (1762–1823). Учился в Киеве и в Австро-Венгрии. Преподавал астрономию и математику в Киево-Могилянской академии и одно время был ее ректором. В его «Сферической астрономии» и «Теоретической астрономии» подробно изложены как кеплеровская теория движения планет, так и многочисленные прикладные вопросы: движение Солнца и Луны, затмения (рассчитал солнечные затмения на несколько лет вперед), дал сведения о кометах и переменных звездах. В «Геометрии» поднял проблемы определения размеров и формы Земли. Издавал своеобразные ежегодники – «Киевские месяцесловы», где были различные астрономические сведения.

23 июня исполняется **70 лет** (1942) Мартину **Рису**, выдающемуся английскому космологу и астрофизiku. Основные исследования: природа микроволнового фона, эволюция и кластеризация галактик, распределение квазаров и другое. Автор более 500 работ и ряда научно-популярных книг. Считает, что внеземные цивилизации существуют.

28 июня – **100 лет** со дня рождения Карла фон **Вейцзеккера** (1912–2007), крупного немецкого физика. При нацистах вместе с В.Гейзенбергом и другими физиками участвовал в ядерных исследованиях, направленных на создание атомной бомбы. Впоследствии говорил, что для них главным было осуществить цепную реакцию, а не создавать ядерное оружие. Занимался также источниками энергии звезд (независимо от Бете открыл CNO-цикл) и космогонией (разработал гипотезу турбулентного происхождения неоднородностей газопылевого облака).

27 июля – **140 лет** со дня рождения Гебера **Кертиса** (1872–1942), американского астронома. Участвовал в 11 экспедициях по наблюдению солнечных затмений. Основные работы посвящены физике звезд и туманностей. Обнаружил короткопериодическую спектральную двойственность Кастора А, открыл три Новые в галактиках NGC 4227 и NGC 4321, по видимому блеску Новых определял расстояния до других галактик. Известен своим «великим спором» с Х.Шепли по поводу размеров Галактики и статуса спиральных туманностей. Сейчас мы знаем, что Шепли преувеличил размеры Галактики, а Кертис преуменьшил межгалактические расстояния, но зато оказался прав, считая спиральные туманности отдельными звездными системами, что впоследствии признал и Шепли.

1 августа – **100 лет** со дня рождения Фрэнка **Эдмондсона** (1912–2008), американского астронома. Работать начал ассистентом К.Томбо, открывшего Плутон. В послевоенные годы возглавил программу по фотографическому поиску астероидов, «потерянных» в годы войны. Занимался также звездной

кинематикой, строением Галактики, работал с космическим телескопом им. Хаббла. Именем Эдмондсона назван астероид 1761.

5 августа – **75 лет** со дня рождения Брайана **Марсдена** (1937–2010), английского астронома. Занимался небесной механикой, астрометрией, определением орбит комет и астероидов, поиском «потерянных» комет и астероидов, а также проблемами астероидной опасности. В 1968–1999 годах возглавлял Центральное бюро астрономических телеграмм. Был одним из инициаторов отнесения Плутона к классу карликовых планет. Его именем назван астероид 1877.

11 августа – **100 лет** со дня рождения Евы **Анерт-Рольфс** (1912–1954), немецкой исследовательницы переменных звезд и метеоров. Работала с К.Хоффмайстером в Зоннеберге.

13 сентября – **100 лет** со дня рождения Хораса **Бэбкока** (1912–2003), американского астронома, сына Г.Бэбкока. Работал в различных обсерваториях США, был директором Паломарской обсерватории. Исследовал магнитные поля Солнца и звезд, изобрел солнечный магнитометр, объяснил возникновение пятен закручиванием силовых линий при вращении Солнца. Показал, что спиральные рукава галактики Андромеды отстают во вращении от ядра. Создал (сам и с отцом) много приборов. Еще в 1953 году выдвинул идею создания адаптивной оптики.

1 октября – **100 лет** со дня рождения Дмитрия Кузьмича **Куликова** (1912–1964), советского астронома. В настоящем выпуске Календаря ему посвящен отдельный очерк.

19 октября – **100 лет** со дня рождения Николая Федоровича **Флори** (1912–1941), известного советского исследователя переменных звезд. О нем в настоящем выпуске есть отдельный очерк.

26 октября – **100 лет** со дня рождения Бориса Юльевича **Левина** (1912–1989), советского астронома. О нем в настоящем выпуске есть отдельный очерк.

15 ноября – **100 лет** со дня рождения Харальда Петровича **Кереса** (1912–2010), советского и эстонского астронома. Ему в настоящем выпуске Календаря посвящен отдельный очерк.

26 декабря исполняется **80 лет** Роальду Зиннуровичу **Сагдееву** (1932). Окончил МГУ. Основные работы посвящены физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу. С 1973 года возглавил Институт космических исследований. Академик АН СССР, он успел побывать и научным советником М.С.Горбачева. С 1990 года живет в США и работает в Мэрилендском университете. Среди его научных интересов – поиск антивещества в космосе с помощью детекторов, установленных на спутниках. Участвовал в нескольких космических проектах, в том числе «Венера—Галлей» и «Фобос».

28 декабря – **130 лет** со дня рождения Артура **Эддингтона** (1882–1944), выдающегося английского астрофизика и физика. Начал работу в Гринвичской обсерватории, а с 1914 года возглавил обсерваторию Кембриджского университета. Получил ряд важнейших результатов в таких областях астрономии и физики как звездная статистика, теория внутреннего строения звезд, теория пульсаций звезд, физика звездных атмосфер, общая теория относительности. Эйнштейн считал его лучшим интерпретатором ОТО. Эддингтон осуществил первую экспериментальную проверку ОТО, обнаружив отклонение лучей света в поле тяготения Солнца. Остались незавершенными его попытки создать фундаментальную теорию, объединяющую квантовую физику и теорию относительности.

100-ЛЕТНИЕ ЮБИЛЕИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УЧЕНЫХ

В настоящем выпуске Одесского астрономического календаря мы отмечаем столетние юбилеи у шести известных ученых, работавших в области астрономии в СССР: Икауниекса Яниса Яновича, Кереса Харальда Петровича, Куликова Дмитрия Кузьмича, Левина Бориса Юльевича, Мельникова Олега Александровича и Флори Николая Федоровича. Двое из них представляют прибалтийскую астрономию, двое – ленинградскую и двое московскую астрономические школы. Среди них представители звездной астрофизики, небесной механики, метеорной астрономии и космогонии.

Очерки о юбилеях по просьбе редакции Одесского астрономического календаря подготовили их ученики и сотрудники, хорошо знавшие юбиляров лично. Сведения о малых планетах, названных именами юбиляров, любезно представлены Л.И.Черных. Редколлегия календаря выражает искреннюю благодарность всем участникам воспоминаний. Фамилии авторов, написавших очерки о юбилеях, указаны под каждым из очерков.

Икауниекс Янис Янович (1912-1969)

28 апреля 1912 года в городе Риге в семье рабочего пивоварного завода Яниса Икауниекса и стиральщицы Лизеты родился мальчик Янис, которому было предназначено стать основателем астрономических исследований в Академии наук Латвии.

События Первой мировой войны заставляют семью Икауниексов в 1915 году покинуть Ригу и переехать к брату отца в местечко Баркава в Латгалии. В пять лет Янис теряет отца, а в 1921 году умирает и его мать. В возрасте 14 лет Янис теряет и других родственников, и должен сам заработать на пропитание. Однако он не прекращает учебу, и после окончания средней школы в Вараклянах, как лучший ученик, в 1932 году поступает на факультет математики и естественных наук Латвийского университета. Средства на жизнь и учебу Янис получает от небольшого наследства, оставленного родителями, а также от случайных работ.

Учится Янис прилежно и специализируется в теоретической астрономии у доцента Э.Гельмльша. В 1937 году он защищает кандидатскую работу "Звездные скопления" и, получая первую ученую степень, заканчивает университет.

Еще в 1936 году Янис Икауниекс становится учителем математики, физики и астрономии в средней школе города Айзпуте и продолжает изучать небесную механику и звездную астрономию. В 1938 году его зачисляют в университет для подготовки к научной работе, однако без оплаты или стипендии. В 1940 году он – директор средней школы в Эзерниеках. События Второй мировой войны переносят его в Россию, где, не будучи пригодным к военной службе, он в Ивановской области работает учителем 43-ей средней школы Шуйского района.



Я.Я.Икауниекс

В 1944 году, наконец, Янису Икауниеку удается осуществить свою мечту и приступить к научной работе: он поступает в аспирантуру Государственного Астрономического института им. П.К.Штернберга (ГАИШ) Московского государственного университета; его научный руководитель профессор Павел Петрович Паренаго. В это время он проводит первые научные исследования по звездной астрономии и изучает некоторые переменные звезды.

В конце 1944 года Янис Икауниекус, в русскоязычном обществе именуемый Яном Яновичем, возвращается в Ригу и работает директором лекционного бюро Министерства просвещения Латвии, а в середине 1945 года – старшим преподавателем Латвийского государственного университета, весь профессорско-преподавательский состав астрономической специальности которого ушел на запад. Их должны заменять более молодые, недавно окончившие университет люди. Студентам астрономической специальности Янис Икауниекус читает курс звездной астрономии и специальный курс по переменным звездам. По-видимому, уже к этому времени у Я.Икауниека укрепились мысль и наметилась цель создания современной астрономической обсерватории в Латвии, к тому же даже для наблюдений в диапазоне радиоволн, что тогда было новшеством в мировом масштабе.

Поэтому в 1946 году, когда в Латвии по советскому образцу организовалась Академия наук, Я.Икауниекус был самым активным инициатором в процессе обсуждения и организации направления по изучению небесных тел и Вселенной. В том же году был создан Сектор астрономии в Институте физики и математики новой Академии наук, и Я.Икауниекус становится его руководителем. Научные кадры Сектора астрономии – в основном недавние выпускники университета, тематика работ в начале – как бы продолжение и развитие работ, выполненных в университете: определение орбит и движения малых планет и комет Солнечной системы, изучение переменных звезд. Помимо научно-организационной работы Я.Икауниекус продолжает изучение звезд красных гигантов, начатое в аспирантуре. В 1951 году он в ГАИШе успешно защищает диссертацию кандидата физико-математических наук.

Все эти исследования основываются на наблюдательных материалах, полученных или опубликованных астрономами разных обсерваторий. Но дальняя цель – своя обсерватория и изучение на ней звезд и Галактики оптически и радиоастрономическими телескопами – не забыта. Для этого нужны телескопы и люди, знающие, что с ними и как делать. Студентов астрономов готовит в Латвийском университете кафедра астрономии, однако нужны будут и физики, и радиоинженеры. Требуется время, чтобы подготовить такой всесторонний научный коллектив и обеспечить его всем необходимым.

В 1954 году, после осмотра разных возвышенностей около города Риги, местом строительства будущей обсерватории была выбрана лесистая холмистая местность "Риекстукалнс" недалеко от городка Балдоне. В 1958 году в новом месте построены временные наблюдательные павильоны, установлены небольшие оптические телескопы, в том числе 20-см рефрактор, приобретенный в 1954 году для наблюдения полного солнечного затмения в Литве, домик для

дежурных наблюдателей, и проведены первые наблюдения. На радиотелескопе, созданном на базе антенн списанной войсковой радиолокационной станции, начались наблюдения радиоизлучения Солнца. Вместе с тем Сектор астрономии в 1958 году отделился от Института физики и стал самостоятельной Астрофизической лабораторией Академии наук. Все это происходит под общим руководством Я.Икауниека, который до конца своей жизни остается директором и научным руководителем этого астрофизического учреждения, в 1967 году названного Радиоастрофизической обсерваторией АН Латвии.

Уже в 1957 году начались переговоры с предприятием "Карл Цейс" в Йене об изготовлении широкоугольного телескопа системы Шмидта с диаметром зеркала 120 см для новой обсерватории. Договор был заключен в 1959 году. В 1964 году Я.Икауниека посетил Йену, чтобы ознакомиться с ходом изготовления телескопа, а в начале 1965 года полный комплект телескопа в ящиках прибыл в обсерваторию. В конце 1966 года монтаж телескопа в павильоне был закончен. По размерам оптики – диаметру зеркала 120 см, и диаметру коррекционной пластинки 80 см, новый телескоп был пятый-шестой в мире среди телескопов этого типа. Приобретение такого телескопа для Балдонской обсерватории казалось чудом. У Я.Икауниека была и идея построения радиотелескопа-интерферометра с переменной базой.

Я.Икауниека очень активно и широко популяризировал астрономию – сотни его занимательных и остроумных лекций в школах, организациях, по радио и на телевидении, научно-популярные статьи в разных печатных изданиях, книги "В мире небесных тел" (1953), "В дали бесконечной Вселенной" (1954), "Звездная Вселенная" (1958), он был инициатором создания Латвийского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества в 1947 году, и первым его председателем (до 1961 года). По его предложению с 1953 года начал выходить Астрономический календарь на латышском языке, с осени 1958 года – квартальное издание "Звайгжньота Дебесс" (Звездное небо). За пропаганду науки Я.Икауниека в 1967 году был награжден орденом Ленина.

3 апреля 1969 года Я.Икауниека в ГАИШ успешно защищает докторскую диссертацию "Исследования звезд красных гигантов", в которой собрано и критически рассмотрено все, что в то время достигнуто в исследовании этих звезд. А 27 апреля научную общественность Латвии поражает скорбная весть – не достигнув полных 57 лет, Янис Икауниека скоропостижно скончался.

Старейшее поколение астрономов Латвии помнит Я.Икауниека как энергичного ученого и замечательного организатора. Он был упорный и настойчивый, жизнь его не баловала, не щадила. Переодолеть трудности ему нередко помогало и хорошее чувство юмора. У него не было близких, и однажды, полушутя, он намекнул на место его могилы – в обсерватории. Он и похоронен на территории Балдонской обсерватории на площадке, где первоначально намечалось место для еще одного оптического телескопа.

А.К.Алкнис

Керес Харальд Петрович (1912-2010)

Харальд Петрович Керес родился 15 (2 ноября ст.ст.) ноября 1912 года в городе Пярну (Эстония) в семье рабочего. Его младший брат, Пауль Керес (1916-1975), прославился как шахматист: не став чемпионом мира, он долгое время по праву считался вторым по силе шахматистом планеты.

В 1932 году Х.П.Керес окончил гимназию в Пярну и после военной службы поступил в Тартуский университет. Он с отличием окончил математический факультет в 1936 году, и до 1960 года Тартуский университет становится его местом работы. Х.П.Керес последовательно занимает должности помощника преподавателя технического факультета; ассистента в университетской обсерватории; помощника преподавателя математики; заместителя доцента кафедры прикладной математики и механики; старшего преподавателя и заместителя доцента кафедры математического анализа; старшего преподавателя и заведующего (1949-1958) кафедры теоретической физики; проректора по науке (1958-1960).



Х.П.Керес

В 1938 году Х.П.Керес защитил магистерскую работу, посвященную динамике тесных затменных двойных систем. Уже тогда проявились такие черты Х.П.Кереса-ученого, как изобретательность и умение найти в сложной проблеме суть. Керес использовал методы аналитической механики, чтобы вычислить скорость вращения оси апсид и период колебаний оси эллиптического компонента относительно оси апсид (либрацию), а также вклад этих эффектов в кривую блеска. Тогда же выработался и "классический стиль Кереса": он предпочитал работать в одиночку, как самостоятельный исследователь. В дальнейшем он также избегал излишнего контроля над своими аспирантами, предоставляя им свободу научного творчества. Руководя отделом в Институте физики, Керес старался не беспокоить сотрудников ненужным вмешательством в их работу.

В связи с событиями, последовавшими вслед за потерей Эстонской Республикой независимости и Второй мировой войной, наука в Эстонии находилась в сложном положении, и перерыв в публикациях работ Х.П.Кереса продлился до 1950 года. За это время он дважды защитил докторскую работу: сначала на немецком языке (1942), а затем, для признания в рамках советской системы ученых степеней – на русском (1947 год, "Теория относительности пространства и времени").

В 1947 году Х.П.Керес, одновременно с работой в Тартуском университете, приступил к работе в Институте физики, математики и механики, сначала в качестве научного секретаря, а затем последовательно руководителя обсерватории, входившей тогда в состав института, старшего научного сотрудника и, наконец, заведующего сектором теоретической физики и математики (1960-1989). В 1954 году Х.П.Кересу было присвоено звание профессора, а в 1961 году он становится академиком Академии наук ЭССР.

Главным предметом научного интереса Х.П.Кереса всю жизнь оставалась теория относительности. Он с самого начала уделяет большое внимание философ-

скому аспекту и физически ясному изложению. При анализе эквивалентности инертной и гравитационной массы Керес приходит к выводу, что полная эквивалентность возможна только в случае, если верен принцип Маха. В 1965 году он показывает, что уравнения Эйнштейна имеют решения двух типов – безвихревые и вихревые. В подходе к проблеме черных дыр Керес проявляет осторожность, стараясь избегать далеких от реальности теоретических конструкций (как известно, в те времена гипотеза черных дыр еще не имела наблюдательных подтверждений). Керес описывает рождение пульсаров и других сверхплотных объектов, а также физические процессы в окрестностях черных дыр. Он подчеркивает, что главными областями применения общей теории относительности являются космология, а также астрофизика сверхплотных объектов.

Всю жизнь Х.П.Керес занимает активную жизненную позицию. Он публикует множество научно-популярных статей, критических заметок, статей по философским аспектам теории относительности. Среди его статей важное место занимают публикации о роли науки в развитии государства и общества, где Керес анализирует с научной точки зрения социальные процессы. Он подчеркивает, что основные законы природы просты и красивы, но для их понимания требуется понимание их сути. Роль случая сводится, для больших чисел, к статистическим закономерностям, которыми можно управлять при решении социальных проблем. Керес сожалеет, что часто под видом науки обществу предлагается псевдонаучное шарлатанство. Он проводит также параллели между занятиями наукой и искусством, пишет статьи в газетах и журналах о своей жизни, о научной обстановке и об организации науки в Эстонии.

Из этих статей складывается картина того, как Тартуский университет и эстонская наука в целом вынуждены были выдерживать болезненные преобразования – в военные и послевоенные годы, а также в годы восстановления независимости. Пишет Керес и о том, как формировалась Эстонская академия наук после нескольких лет послевоенного террора, как складывалась успешно действующая научная структура. Критически отзываясь Керес о недооценке науки в высших кругах, как в прошлом, так и сегодня. Он остро возражает против формальных критериев при оценке результативности научной работы. Согласно Кересу, научная работа обладает общекультурной ценностью, поэтому ее нельзя сводить лишь к получению материальной выгоды.

О Кересе-руководителе сотрудники вспоминают как о человеке, поощрявшем творчество, считавшем, что бюрократическое вмешательство только замедляет развитие науки. С коллегами и подчиненными он всегда был дружелюбен, но обладал при этом острым языком и всегда мог удивить неожиданной мыслью и репликой.

С 2000 года Х.П.Керес являлся эмерит-профессором Тартуского университета. Среди его наград – государственная премия ЭССР, орден "Знак почета", орден Государственного герба третьего класса Эстонской республики и другие.

Х.П.Керес был женат на враче Лейде Керес, его дочери: Сирье Кеэвалик и Пирет Кууск, пошли по стопам отца и стали учеными-физиками. Харальд Петрович Керес скончался 26 июня 2010 года в возрасте 97 лет, похоронен в городе Тарту, с которым была связана вся его научная и творческая жизнь.

В.В.Пустынский, А.А.Санап

Куликов Дмитрий Кузьмич (1912 – 1964)

1 октября – 100 лет со дня рождения Дмитрия Кузьмича Куликова, выдающегося астронома и геодезиста.

Д.К.Куликов родился в деревне Малая Уронда Ивановской области в семье лесного сторожа. Его отец, Кузьма Гаврилович Куликов, в сентябре 1914 года призван в Действующую армию и вскоре был убит, оставив вдову, Евдокию Дмитриевну, и пятеро детей (Марию, Анну, Лидию, Николая, Дмитрия). До 1918 года мать Дмитрия Кузьмича, его сёстры и брат жили на пенсию, но после прекращения выплаты пенсии матери пришлось устроиться лесным сторожем для содержания семьи.



Д.К.Куликов

Д.К.Куликов окончил среднюю школу в 1930 году в городе Гаврилов Посад и поступил на астрономическое отделение физико-математического факультета Ленинградского университета. Уже во время учёбы в университете он проявил свои исключительные способности, руководил практическими занятиями студентов и активно участвовал в астрономо-геодезических работах, связанных с определением астрономических пунктов I класса и выполнявшихся Астрономической обсерваторией университета по договорам с геодезическими организациями. С 1934 по 1941 годы он был начальником пяти экспедиций, организованных обсерваторией для производства этих изысканий.

В 1936 году Д.К.Куликов окончил Ленинградский университет и поступил в аспирантуру университета, одновременно читая курс практической астрономии в Горном институте. Его учёба в аспирантуре была прервана в 1939 году из-за мобилизации в Красную армию. В январе 1941 года, после демобилизации, он возобновил аспирантские занятия, однако, после начала Великой отечественной войны вновь призван в июле 1941 года в Красную армию и до 1946 года находился в её рядах. Д.К.Куликов служил в береговой артиллерии на Ленинградском фронте (на Ладожском озере) и закончил войну на Втором дальневосточном фронте. Он был награждён двумя орденами Красной Звезды и медалями "За оборону Ленинграда", "За победу над Германией", "За победу над Японией".

В феврале 1946 года Д.К.Куликов поступил на работу в Институт теоретической астрономии АН СССР и не прерывал её до самой своей кончины 11 июня 1964 года. Сначала он был младшим научным сотрудником, но уже в 1948 году избран Учёным советом института на должность старшего научного сотрудника. С 1949 по 1956 годы Д.К.Куликов выполнял обязанности учёного секретаря института, а с 1956 года занимает должность заведующего Отделом Астрономического ежегодника СССР.

Всю свою жизнь Д.К.Куликов посвятил науке. Занимаясь научно-производственной работой – астрономо-геодезическими изысканиями, он ещё в студенческие годы выразил новые идеи, изложенные им в дипломной работе "Об определении астрономических пунктов I класса". Эти идеи получили дальнейшее развитие в его диссертации "Новый метод обработки наблюдений и составления

эфемерид пар Цингера", представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук и защищённой в 1947 году. Кроме значительного вклада в математическую сторону предмета диссертации, ускоряющего процесс обработки наблюдений, Д.К.Куликовым был сделан существенный шаг вперёд и благодаря предложенной им новой форме эфемерид пар Цингера. Его предложения были одобрены ведущими геодезическими учреждениями СССР и внедрены в повседневную практику. В дальнейшем все работы Д.К.Куликова этого цикла были опубликованы в его монографии "Теория эфемерид пар Цингера", за которую он был удостоен в 1952 году Государственной премии (тогда Сталинской премии).

Другое направление научных интересов Д.К.Куликова, сформировавшееся ещё в годы обучения в аспирантуре, было связано с проблемой определения окончательных орбит комет на основе большого числа их позиционных наблюдений. Предложенная им методика отделения коррелирующих – плохо определяющихся – неизвестных была успешно испытана и в других областях. Разработанный Куликовым метод численного интегрирования уравнений движения небесной механики с помощью счётно-аналитических машин типа Hollerith был применён им самим также к точному исследованию движения VIII спутника Юпитера Пасифая. В этой связи вклад Д.К.Куликова в проблему механизации астрономических вычислений на основе счётно-аналитических машин, а затем – и их автоматизации при помощи электронных вычислительных машин, огромен. В частности, широкое распространение получил разработанный им метод численного интегрирования уравнений движения небесных тел с автоматическим выбором шага, сыгравший решающую роль в исследовании динамики орбитального движения искусственных спутников Земли (ИСЗ). Уже задолго до начала Космической эры Д. К.Куликов проводил в Институте теоретической астрономии АН СССР занятия с сотрудниками института по вычислительной математике и программированию астрономических вычислений на ЭВМ, подготовив их к ответственной работе в новых условиях.

Следует отметить выдающуюся роль Д.К.Куликова и С.Г.Маковера в возобновлении наблюдений первого в мире ИСЗ при его временной потере вскоре после запуска в октябре 1957 года.

Большое место в исключительно плодотворной деятельности Д.К.Куликова занимало решение проблем Эфемеридной астрономии: составление и издание "Астрономического ежегодника СССР" и выпуск специальных "Дополнений к Астрономическому ежегоднику СССР", проведение необходимых расчётов, связанных с подготовкой космических полётов, оценка реальной точности эфемерид больших планет Солнечной системы, вычисление "сокращённых" астрономических эфемерид повышенной точности. В первые же месяцы своей работы на посту заведующего отделом Д.К.Куликов провёл обширную реформу "Астрономического ежегодника СССР" в соответствии с резолюциями Генеральных ассамблей Международного астрономического союза 1952 и 1955 годов.

В 1962 году Д.К.Куликов совершил поездки во Францию и в Китай, где посетил учреждения, занимающиеся вычислениями астрономических эфемерид.

Именем Д. К. Куликова названа малая планета – 1774 Kulikov, открытая Т.М.Смирновой 22 октября 1968 года в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР.

В.К.Абалакин

Левин Борис Юльевич (1912 – 1989)

Известный советский астроном Борис Юльевич Левин родился 26 (13) октября 1912 года в Москве в небогатой интеллигентной купеческой семье. Его отец, Юлий Маркович, вынужден был прервать свое обучение на физико-математическом отделении Московского университета, чтобы продолжить семейное дело после смерти своего отца. 15-ти лет Борис Левин вступил в члены КОЛНА-Ба (Коллектива наблюдателей) при Всесоюзном астрономо-геодезическом обществе (ВАГО) АН СССР, где вскоре стал руководить Отделом Луны и планет.



Б.Ю.Левин

В 1937 году Б.Ю. Левин окончил механико-математический факультет МГУ по астрономической специальности. Юношеская активность в ВАГО и серьезная математическая подготовка предопределили его дальнейшую деятельность как незаурядного астронома-теоретика и умелого наблюдателя. Еще студентом он принимает участие в одной из экспедиций от Московского отделения ВАГО для наблюдений знаменитого полного солнечного затмения 19 июня 1936 года, полоса которого охватила всю территорию СССР. На полученных им уникальных снимках короны ее лучи прослеживались более чем на 10 диаметров Солнца. Несколько лет (1936-1941) Б.Ю. Левин преподавал в Московском педагогическом институте им. К.Либкнехта, а в конце войны стал научным сотрудником ГАИШ.

Первой областью научных исследований Б.Ю. Левина стала метеорная астрономия – возникший на рубеже XVIII – XIX веков один из сложнейших разделов естествознания, где в остройшей полемике сталкивались самые различные мнения. Особую трудность представляло раскрытие физики явления, над чем безуспешно бились многие теоретики.. Первые успехи появились в конце 30-х годов, когда были выведены основные дифференциальные уравнения современной физической теории метеоров (в Германии и США), и выдающийся эстонский астроном Э.Ю.Эпик заложил основы теории главных процессов, вызывающих явление метеора, как сгорания влетевшей в нашу атмосферу метеорной частицы: ее нагревания, свечения и абляции.

В такой обстановке в 30-е гг. этой проблемой занялся Б.Ю.Левин. Убедившись на примере других, что при попытках докопаться до истины в объяснении столь сложного феномена успех может быть обеспечен лишь при жесточайшем отборе гипотез и контроле наблюдений, при беспощадном срывании всего не вполне достоверного, Б.Ю. Левин выработал в себе нетерпимость ко всему недостаточно обоснованному и в дальнейшем даже приобрел нелестную славу человека, который "не написал ни одного положительного отзыва". Но столь же строго он относился и к себе, честно раскрывая собственные ошибки. Именно это качество, кстати говоря, неожиданно резко изменило его судьбу.

В первые послевоенные годы знаменитый математик, полярный исследователь и геофизик академик Отто Юльевич Шмидт, волею судьбы окончатель-

но сосредоточившийся на планетной космогонии, создал в Академии наук СССР Институт теоретической геофизики (ИТГ, далее ГЕОФИАН, ныне ИФЗ – Институт физики Земли его имени), а в нем Лабораторию происхождения и эволюции Земли. Эту проблему он считал ключевой и перспективной для решения вопросов общей космогонии Солнечной системы. Его новая планетная космогония, впервые охватывавшая проблему всесторонне, подверглась сразу жесткой критике специалистов-астрономов, увидевших в нем "чужака", вторгшегося в их исконные астрономические владения.

Убежденно и остроумно отбивавшийся О.Ю.Шмидт осознавал необходимость, наряду с нанесением ответных ударов оппонентам, иметь столь же критически мыслящих сотрудников и в своих рядах – для проверки и оттачивания новой теории. В ответ на его просьбу найти молодого астронома "с критической жилкой" его ближайшая сотрудница С.В.Козловская порекомендовала Б.Ю.Левина, который в 1945 году становится одним из первых сотрудников О.Ю.Шмидта. А так как Б.Ю.Левин по совместительству преподавал астрономам-старшекурсникам МГУ кометную и метеорную астрономию, то по его рекомендациям космогонический Отдел Шмидта вскоре пополнился новыми астрономами из ГАИШ – В.С.Сафроновым и Е.Л.Рускол. По воспоминаниям последней, именно Борис Юльевич усилил программу ее аспирантской подготовки специальными разделами теоретической физики, необходимыми при исследовании космогонических процессов. После кончины О.Ю.Шмидта в 1956 году Б.Ю.Левин почти два десятка лет, до 1974 года руководил космогоническим Отделом ИФЗ.

Б.Ю.Левин внес большой собственный вклад в развитие идей космогонической научной школы Шмидта, участвуя в решении наиболее сложных проблем. Одной из них была проблема резкого разделения планет по составу на внешние – газовые гиганты и внутренние – твердые, окруженные лишь тонкими атмосферами (либо вовсе без них) планеты земной группы. Еще в 1949 году Борис Юльевич первым выдвинул смелую идею температурного градиента в протопланетном околосолнечном облаке и даже возможности намерзания газов на планетезимали во внешних его частях. Последняя идея, поддержанная вначале и у нас, соратниками Шмидта, и за рубежом, хотя и была впоследствии оставлена, но в свое время, как и вышедший затем на передний план учет существенной роли исходной водородо-гелиевой составляющей протопланетного облака, позволили снять одно из главных возражений критиков – объяснить водородный состав Юпитера и других планет-гигантов.

Определяющую роль в развитии шмидтовской космогонии сыграли идеи Б.Ю.Левина и В.С.Сафронова о неизбежности выброса большей части твердого протопланетного вещества из области формирования внешних планет. Эти идеи привели Левина одним из первых к допущению существования других астероидных (кометных) поясов – между планетами-гигантами. Все это стало в дальнейшем фундаментом для создания новой теории кометной космогонии, развитой в 90-е гг. рядом выпускников ГАИШ. Первый глубокий исследователь истории шмидтовской космогонической школы Ф.А.Цицин писал: "Исключительно важным было подключение еще в 40-х годах к работе Шмидта ряда талантливых соратников. Среди "самых первых" был известный

астроном в школе Шмидта – Б.Ю.Левин, славившийся исключительно острым "критическим взглядом" и "недогматичностью подходов".

Под руководством Б.Ю.Левина в ИФЗ начались особенно интересовавшие его исследования внутреннего строения планет земной группы и крупных спутников, термической истории этих планет, а также астероидов; центральной для Отдела становилась проблема происхождения Луны. Шмидтовское направление стало фундаментом для развития современной общепринятой в мире "стандартной" планетной космогонии. А емкая и наглядная схема процесса планетообразования из холодного околосолнечного облака, составленная Б.Ю.Левиным и опубликованная им в наиболее развитом виде в популярной брошюре "Происхождение Земли и планет" (1964), стала "визитной карточкой группы О.Ю.Шмидта". Недаром она была воспроизведена на обложке сборника переводов статей О.Ю.Шмидта и его сотрудников, изданного Американским Институтом физики в Нью-Йорке ("The Origin of the Solar System", 1995).

Работая в космогонии, Левин не оставлял и своей давней темы – физики метеоров, дополненной теперь интересом к метеоритам как одному из классов малых тел Солнечной системы. Его монография 1956 года "Физическая теория метеоров и метеорное вещество в Солнечной системе" стала темой его докторской диссертации (1956). В 1961 году она была переиздана на немецком языке в Германии и много лет оставалась ценным пособием для астрономов-метеорщиков.

С 40-х и до конца 70-х годов Б.Ю.Левин занимался (в последние годы в содружестве с А.Н.Симоненко) новой проблемой – определения космических орбит родительских тел метеоритов и их происхождения как осколков астероидов. Ему принадлежит определение верхней границы скорости метеорита для достижения им земной поверхности (22 км/с) и определение пространственной плотности метеорного вещества в окрестностях земной орбиты. Последнее было особенно важно для оценки степени метеорной опасности в эпоху начавшихся полетов космических кораблей.

В области физики комет Левин вывел формулу зависимости блеска кометы от ее гелиоцентрического расстояния, показывающую рост выделения газов из головы кометы по мере ее приближения к Солнцу. Это способствовало укреплению современных представлений о ледяном состоянии кометных ядер, которые развивал в США Ф.Уиппл, а у нас Б.Ю.Левин. Среди 150 научных работ Б.Ю. Левина имеется и ряд исследований по истории астрономии – в том числе о формировании представлений о ледяном состоянии кометных ядер у П.С.Лапласа и Ф.В.Бесселя (как было установлено А.И.Еремеевой, эту идею первым высказал и физически обосновал Ф.У.Т.Эпинус в 1783 году).

С первого номера широкого журнала "Земля и Вселенная" (1970) Б.Ю.Левин был членом его редколлегии. Переход Б.Ю. Левина на работу в Астросовет АН СССР (1974) послужил стимулом для учреждения специального научного издания – журнала "Письма в АЖ" (ПАЖ), дающего экспресс-информацию о новых открытиях и достижениях отечественных астрономов. Его бессменным главным редактором был Б.Ю.Левин. Одним из первых в послевоенные годы Б.Ю.Левин стал членом Международного астрономического союза (МАС). В дни его знаменитой генеральной ассамблеи 1958 года, проведенной в Москве, Б.Ю.Левин организовал широкий международный симпо-

зиум на тему "Происхождение Солнечной системы", а затем способствовал публикации его материалов.

Космогонические работы Б.Ю.Левина были отмечены присуждением ему Золотой медали им. Кеплера от Американской ассоциации содействия развитию наук (1971). За исследования в метеорной астрономии и метеоритике он был удостоен в 1984 году высшей награды Американского метеоритного общества – медали имени его основателя Ф.Г.Леонарда. По предложению американских астрономов в 1978 году астероиду № 2076, открытому в Гарварде, было присвоено наименование "Levin" (1974 WA).

Совершенно необычной была атмосфера всей жизни в семье Бориса Юльевича. Его супруга Лидия Николаевна Радлова, известный астроном и многолетний научный сотрудник Всесоюзного института научной и технической информации АН СССР, была дочерью известного художника-карикатуриста Н.Э. Радлова. Ее своеобразным "приданым" при выходе за Бориса Юльевича стала привезенная из Петербурга традиция близкого общения семьи с художественной элитой страны. В их обширной квартире с роялем в одном из старинных домов Москвы бывали известные деятели советской культуры, художники, писатели, представители Большого театра, не говоря уже об астрономах. Но и новая более скромная их квартира в доме у станции метро Пролетарская, благодаря удивительному гостеприимству Лидии Николаевны, всегда была открыта для гостей, которые находили здесь подлинный оазис высокой русской культуры XIX века, тонкого интеллекта, остроумия, проявления разнообразных талантов всех членов этой неординарной семьи.

При всей несколько пугавшей строгости как критика Борис Юльевич и сам не чужд был художественных наклонностей. Талантливый лектор и популяризатор он вместе со своей супругой мог сочинить и дружеский стихотворный шарж. Именно такой подарок от них в один из дней рождения очень порадовал уже сильно больного О.Ю.Шмидта – в виде рисованного и фотомонтажа и шуточных стихов с изложением его космогонии. Б.Ю.Левин вместе с Л.Н. Радловой и ее дочерью-художницей Е.Ф.Радловой в 1967 году выпустили уникальную детскую книжку-альбом "Астрономия в картинках", которая получила высочайшую оценку выдающегося американского астронома Д.Х.Мензела и была тут же по его просьбе переведена Е.Л.Рускол на английский, а затем и на множество других, вплоть до экзотических, языков. У нас же она положила начало отечественной серии аналогичных изданий в геологии и географии.

Борис Юльевич, по отзывам его детей, – не только родного сына, но и дочери его жены от первого брака, – был заботливым отцом, любил своих внуков. Дети и внуки платили ему тем же, что было особенно важно во время его тяжелой многолетней болезни, когда он оказался прикованным к постели. Но и в эти нелегкие годы (1984-1989) он с явным удовольствием общался и вел научные беседы с приезжавшими к нему коллегами и более молодыми астрономами. Б.Ю.Левин скончался 10 апреля 1989 года. В знак уважения к научным заслугам ученого и по желанию его супруги, коренной представительницы старинного рода петербургской интеллигенции, он был похоронен на мемориальном астрономическом кладбище на территории Пулковской обсерватории.

А.И.Еремеева

Мельников Олег Александрович (1912-1982)

Олег Александрович Мельников родился 20 марта (2 апреля) 1912 года в г. Хвалынске Саратовской губернии в семье студента-медика, Александра Васильевича Мельникова, ставшего впоследствии выдающимся хирургом, академиком АМН СССР. Сестра Олега Александровича, Тамара Александровна Мельникова, была профессором, заведующей кафедрой фармакологии Ленинградской государственной химико-фармацевтической академии. Брат, Рюрик Александрович Мельников, был выдающимся хирургом-онкологом, заслуженным деятелем науки РСФСР.



О.А.Мельников

В 1930 году Олег Александрович поступил в существовавший в то время физико-химико-математический институт, организованный на базе Харьковского института народного образования, в который был преобразован Харьковский университет. На математическом факультете этого института велось преподавание астрономии, хотя астрономической специальности не было. Именно этот институт Олег Александрович Мельников окончил в 1933 году. В том же году О.А.Мельников был зачислен в аспирантуру Пулковской обсерватории (ГАО АН СССР), где его учителями были известные ученые А.А.Белопольский и Г.А.Шайн. С этого времени и до конца своей жизни Олег Александрович работал в Пулковской обсерватории – научным, старшим научным сотрудником, заведующим отделом, лабораторией, заместителем директора обсерватории.

В 30-е годы в ГАО АН СССР О.А.Мельников продолжил спектроскопические исследования звезд на большом Пулковском рефракторе, которые проводились его учителем А.А.Белопольским. С особым интересом он изучал пульсирующие цефеиды, что очень важно для оценок расстояний во Вселенной. Эти и дальнейшие исследования Олега Александровича сделали способы измерения расстояний по "маякам Вселенной" более надежными и точными.

В 1939 году в Ленинградском государственном университете Олег Александрович защитил кандидатскую диссертацию на тему "Спектрофотометрия δ Сер", а уже в 1945 году в Московском государственном университете защитил докторскую диссертацию на тему "Спектрофотометрия δ Сер, η Aql и K-эффект для цефеид". Эта работа была пионерской во многих отношениях и явилась базой для дальнейших исследований в этом направлении.

В 1946 году Олег Александрович вернулся в Ленинград из эвакуации в г. Ташкент, где он находился вместе с сотрудниками Пулковской обсерватории, и продолжил работу в обсерватории, возглавив спектроскопическую лабораторию. В этом же году его пригласили на должность профессора кафедры астрофизики Ленинградского государственного университета (ЛГУ) для чтения курсов лекций "Астроспектроскопия" (для всех студентов кафедры) и "Физика Солнца" (для студентов-солнечников). Кроме того, Олег Александрович вел студенческий семинар "Переменные звезды". По его инициативе в Астрономичес-

кой обсерватории (АО ЛГУ) начались систематические наблюдения Солнца на воссозданном после войны солнечном телескопе, расположенном на крыше здания математико-механического факультета на 10-й линии Васильевского острова. Этот солнечный телескоп, оснащенный спектрографом высокого разрешения, являлся в свое время одним из лучших наблюдательных приборов университетской обсерватории. Инструмент давал возможность изучать спектры мелких образований на диске Солнца, а также протуберанцев. Олег Александрович выполнил детальную спектрофотометрию линий поглощения в спектрах солнечных пятен, факелов и хромосферы, в которой установил существование турбулентных движений. На основе наблюдений на солнечном телескопе АО ЛГУ развил метод определения напряженности магнитных полей солнечных пятен по контурам избранных линий в их спектрах.

Олег Александрович организовал на кафедре астрофизики подготовку аспирантов по физике Солнца, в том числе для Абастуманской, Бюраканской, Ташкентской и Шемахинской обсерваторий. За годы работы О.А.Мельникова в университете на кафедре астрофизики было подготовлено не менее 50 специалистов по физике Солнца, многие из которых до сих пор продолжают успешно работать в России и за рубежом.

В 1950 году Олег Александрович был награжден премией имени Ф.А.Бредихина АН СССР за работы по изучению нижних слоев атмосферы Солнца, основанных, в частности, на материалах солнечных затмений: "Новое определение температуры возбуждающего слоя Солнца" и "Сравнительное изучение спектра хромосферы двух солнечных затмений – 21 сентября 1941 года и 9 июля 1945 года". В 1960 году Олег Александрович Мельников был избран членом-корреспондентом АН СССР.

Учитывая высокий научный авторитет Олега Александровича, международная астрономическая общественность доверила ему пост Президента Комиссии 9 "Астрономические инструменты" Международного Астрономического Союза (1964-1967), членом которого он состоял с 1946 года.

Поражает широта научных интересов Олега Александровича Мельникова. В любой области астрономии, которыми он занимался, им было сказано новое слово и, можно сказать, сделаны открытия. Его многочисленные научные работы (всего им было опубликовано более 200 работ) были посвящены изучению Солнца, звезд и межзвездной среды, спектроскопии, астрономическому приборостроению и истории астрономии. На основе исследования спектров цефеид определил химический состав атмосфер δ Cep и η Aql и выявил наличие в них турбулентности. Уточнил нуль-пункт зависимости "период-светимость". В 50-60-е годы Олег Александрович и его сотрудники в Пулковской обсерватории выполнили многочисленные фотометрические наблюдения звезд различных спектральных классов, в частности, методом кривых роста были определены физические условия в атмосферах звезд класса А. В цикле работ О.А.Мельников рассмотрел вопросы межзвездного поглощения света, определил некоторые характеристики межзвездного газа.

Много внимания Олег Александрович уделял исследованиям в области истории астрономии. Он, в частности, автор таких работ, как "К истории развития астроспектроскопии в России и в СССР" (1957), "Телескоп и успехи астрономии" (1968) и других.

В 60-е годы Олег Александрович Мельников совместно с Н.А.Козыревым разработал техническое задание на спектральную аппаратуру для крупнейшего в мире 6-метрового телескопа. До 1966 года работы по проектированию этого телескопа-рефлектора БТА, по выбору места для обсерватории и ее проектированию велись сотрудниками Пулковской обсерватории под руководством О.А.Мельникова и Д.Д.МаксUTOва. Генеральным конструктором телескопа был Б.К.Иоаннисиани, автор проекта 2,6-м телескопа Крымской астрофизической обсерватории. Кстати, в начале 50-х годов в Бюраканской обсерватории был установлен 25-см телескоп-спектрограф конструкции О.А.Мельникова и Б.К.Иоаннисиани, предназначенный для получения спектров звезд и туманностей.

Кроме научной и преподавательской работы, много времени и сил О.А.Мельников отдавал выполнению многочисленных общественных обязанностей. Так, он был членом Ученых Советов в ЛГУ и Пулковской обсерватории, Головного совета по астрономии Минвуза РСФСР, членом Астрономического совета АН СССР, членом Комитета по Ленинским и Государственным премиям при Совете Министров СССР, председателем астрономической секции Ленинградского отделения Советского национального объединения историков естествознания и техники при АН СССР и ряда других общественных организаций. Он часто выступал с публичными лекциями на заводах, в учебных заведениях и различных организациях. Его лекции вызывали неизменный интерес слушателей.

Большое внимание Олег Александрович уделял подготовке учебных пособий по астрономии. Был одним из авторов знаменитого пулковского "Курса астрофизики и звездной астрономии", ответственным редактором и автором сборников "Современный телескоп" и "Пульсирующие звезды". Для широкого читателя им были написаны брошюры "История телескопа" и "Астроспектроскопия – язык Вселенной". Долгое время О.А.Мельников был одним из редакторов "Реферативного журнала по астрономии". Широту интересов Олега Александровича демонстрирует и тот факт, что под его руководством и при его непосредственном участии был издан "Англо-русский астрономический словарь", он был также инициатором создания первого в стране "Русско-французского и французско-русского астрономического словаря".

Олег Александрович награжден двумя орденами "Знак Почета" и другими государственными наградами и почетными грамотами. Имя Олега Александровича Мельникова присвоено малой планете № 2237 "Melnikov", открытой Г.Н.Неймуниным 2 октября 1938 года в Симеизской обсерватории.

Олег Александрович Мельников скончался 12 мая 1982 года и похоронен на Пулковском мемориальном кладбище. Жизнь Олега Александровича, замечательного ученого, продолжается в его учениках, многие из которых и сегодня успешно работают в российских и зарубежных астрономических институтах и обсерваториях.

Н.А. Драке, Е.Д. Хилов

Флоря Николай Федорович (1912-1941)

Николай Федорович Флоря прожил короткую, но яркую жизнь, безвременно оборванную войной. Он прожил меньше тридцати лет, но успел внести заметный вклад в науку о переменных звездах, проявить себя как автор важных научных публикаций, как научный редактор и даже как стратонавт. Научные труды Н.Ф.Флори выходили еще в течение более чем десятилетия после его гибели, их до сих пор цитируют. Нет никакого сомнения, что он должен был стать одним из великих корифеев отечественной науки о переменных звездах.

Родился Н.Ф.Флоря 19 октября (6 октября по ст. ст.) 1912 года в Одессе, в семье гимназического учителя классических языков. В Одессе же, еще мальчишкой, он увлекался астрономическими наблюдениями.



Н.Ф.Флоря

Первые научные работы он опубликовал в семнадцатилетнем возрасте, а его первым соавтором был Владимир Платонович Цесевич (1907-1983). Именно Цесевич пригласил Флорю в 1930 году в Ленинград, а затем, в 1931 году, в Ташкентскую астрономическую обсерваторию, первое место работы Николая Федоровича как астронома-профессионала. Там же, в Ташкенте, с 1932 года работал Борис Васильевич Кукаркин (1909-1977), которого связали с Н.Ф.Флорей дружба и общие научные интересы. Впоследствии оба они переехали в Москву, и с 1935 года Николай Федорович – ученый секретарь Государственного астрономического института им. П.К.Штернберга (ГАИШ). С 1936 года он был также ученым секретарем "Астрономического журнала".

Осенью 1941 года Н.Ф.Флоря добровольцем ушел на фронт в составе московского народного ополчения. Он попал в печально известный Вяземский котел, выйти из которого не смог. Последняя весточка от фронтовика датирована пятым октября, точная дата гибели и место захоронения неизвестны.

Н.Ф.Флоря был большим энтузиастом астрономических наблюдений, он наблюдал Солнце (в том числе затмения), Луну, Плутон, малую планету Эрос. Еще в детстве при наблюдениях Солнца он сильно повредил левый глаз и мог наблюдать только правым, сохранившим отличное зрение. Главной областью научных интересов Николая Федоровича всегда были переменные звезды. Им получены десятки тысяч глазомерных оценок блеска переменных звезд в телескоп и по фотопластинкам, характеризующиеся превосходной точностью. В довоенные годы практиковали наблюдения переменных звезд при помощи визуальных фотометров, в которых расфокусированную звезду наблюдатель сравнивал с полем стандартной яркости. Кривые блес-

ка, полученные Н.Ф.Флорей на основе этого метода, впечатляют. Я всегда показываю студентам кривую блеска δ Цефея по наблюдениям Н.Ф.Флори с визуальным фотометром; трудно поверить, что это не фотоэлектрические измерения. Прекрасная кривая блеска была получена им и для другой цефеиды, Полярной звезды (α UMa), которая в то время имела полную амплитуду изменения блеска менее 0.15 звездной величины.

Среди выполненных Н.Ф.Флорей исследований переменных звезд большое значение сохраняет работа 1937 года, посвященная звезде АС Андромеды. Он обнаружил, что у этой пульсирующей переменной одновременно возбуждены две моды пульсаций, впоследствии интерпретированные как фундаментальная мода и первый обертона. Почти 40 лет спустя У.Фитч и Б.Сейдл выявили у той же звезды одновременное присутствие и третьего обертона! В течение 20 лет после этого АС Андромеды оставалась единственной известной радиально пульсирующей звездой с тремя возбужденными модами, пока в 1997 году С.В.Антипин не открыл вторую такую звезду, V823 Кассиопеи.

Перед войной Н.Ф.Флоря активно работал над завершением кандидатской диссертации, посвященной строению Галактической системы. Его статья о поглощении света в межзвездном пространстве, а также статья в соавторстве с П.П.Паренаго (1906-1960) и Б.В.Кукаркиным о системе шаровых скоплений Галактики, основанные на материалах незавершенной диссертации, были опубликованы в 1949 году, а в 1953 году вышла последняя статья, в соавторстве с Н.П.Кукаркиной, посвященная исследованию 57-и цефеид.

8 января 1936 года Николай Федорович вместе с еще двумя стратонавтами принял участие в полете субстратостата на высоту до 6500 метров. Во время полета он наблюдал с интегральным визуальным фотометром затмение Луны. Отчет об этом, по тем временам совершенно героическом, полете, был опубликован в газете "Правда".

Женой Н.Ф.Флори была Наталья Борисовна Григорьева (1913-1990), также московский астроном и астрофизик, человек яркого, темпераментного характера. Их сын Борис Николаевич, родившийся в 1937 году – известный историк, член-корреспондент Российской Академии наук. Имя Н.Ф.Флори, как и имена еще девяти московских астрономов, погибших на фронтах Великой Отечественной войны, увековечено на мемориальной доске у входа в конференц-зал ГАИШ. Его имя присвоено малой планете № 2302 "Florya" (1972 TL2).

Н.Н. Самусь

15 МЕЖДУНАРОДНАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

С 16 по 24 октября 2010 года в г. Судак (Украина, Крым) прошла 15 Международная астрономическая олимпиада (IAO), в которой приняли участие 125 человек из 17 стран: Армении, Болгарии, Индии, Индонезии, Италии, Казахстана, Канады, Китая, Кореи, Литвы, России, Румынии, Сербии, Таиланда, Украины, Хорватии, Эстонии, а также Москвы и Крыма. Программа олимпиады включала в себя теоретический, практический и наблюдательный туры, научные и познавательные экскурсии, лекции. Научными организаторами были Крымская астрофизическая обсерватория и Крымская лаборатория ГАИШ МГУ.

Местом проведения олимпиады был выбран Туристический комплекс "Судак", где ежегодно проводятся мероприятия международного уровня. Удобные номера, лекционные и конференц-залы, большой парк, в окружении Крымских гор, на берегу моря – всё это способствовало успешному проведению олимпиады. Кроме того, Судак имеет давние астрономические традиции – здесь многие годы находилась летняя наблюдательная база Крымского общества любителей астрономии. Организационный комитет в основном состоял из сотрудников Крымской астрофизической обсерватории и преподавателей астрономии, в прошлом – воспитанников Симферопольского общества любителей астрономии.

В состав оргкомитета олимпиады входили: Галина Гржибовская – сопредседатель (Председатель комиссии по науке и образованию парламента Крыма); Михаил Гаврилов – председатель Международной астрономической олимпиады (Москва); Сергей Андриевский – сопредседатель (представитель Украины в Комиссии 46 МАС, вице-президент Украинской астрономической ассоциации); Евгений Колотилов – председатель жюри (директор Крымского филиала ГАИШ МГУ); Игорь Сальников – заместитель председателя (сопредседатель Симферопольского общества любителей астрономии).

17 октября состоялась церемония открытия Олимпиады, а вечером прошёл вечер знакомств, на котором команды представили себя и свои страны. На следующий день участников ждал теоретический тур. Все участники собрались в большом светлом зале с великолепным видом на средневековую Генуэзскую крепость и в течение четырех часов трудились над задачами. Задачи были сравнительно просты в формулировках, но сложны в понимании того, как их надо решать, даже с какой стороны подойти к решению. В задачах IAO школьникам нужно самостоятельно понять, какую физическую (математическую или логическую модель) нужно использовать (в отличие от решения стандартных задач, которые предлагаются на большинстве олимпиад, где сама постановка задачи уже определяет модель). Все справочные данные даются в виде таблиц на отдельных листах, и участникам Олимпиады нужно самим понять, в какой задаче какие данные следует использовать.



На 19 октября было намечено проведение наблюдательного тура. К сожалению, небо затянулось облаками, и был проведен запасной вариант тура – имитация подготовки к наблюдениям. Задания были составлены так, чтобы школьники демонстрировали знание неба и умение пользоваться звездными картами.

Эмблемой XV IAO было созвездие Дельфин над башнями Генуэзской крепости. Поэтому в качестве культурной программы 18-19 октября школьники познакомились и с крепостью, и с дельфинарием Карадагской биологической станции, а перед днем подведения итогов участники олимпиады посетили заповедный уголок Крыма – Новый Свет.

На следующий день все участники отправились в Крымскую астрофизическую обсерваторию – знакомиться с работой ученых. Школьники и руководители команд узнали о том, какие исследования проводят астрономы в обсерватории, посетили телескопы. Особенно запомнилась лекция Елены Павленко "Катаклизмические переменные".

Последний тур олимпиады состоялся 21 октября. Предлагавшиеся на нём задачи построены на наблюдательных данных, полученных астрономами при исследованиях.

В течение восьми дней Олимпиады школьники прослушали также лекции профессора Сергея Андриевского "Жизнь во Вселенной", ведущего сотрудника Анатолия Тарасова "Be phenomenon" и другие.

Церемония закрытия состоялась 23 октября. Одиннадцать школьников завоевали первые места в олимпиаде, Чо Ван -Джин (Корея, группа Альфа) и Балаев Иван (Россия, группа Бета) достигли лучших результатов. Более подробную информацию о XV Международной астрономической олимпиаде можно найти на веб-сайте <http://iao.org.ua/>. Официальный сайт IAO: <http://www.issp.ac.ru/iao/>.



АСТРОНОМИЧЕСКИЕ АРТЕФАКТЫ: ЗАБЫТЫЕ СОЗВЕЗДИЯ

Созвездие – это участок небесной сферы со всеми проецирующимися на него с точки зрения земного наблюдателя небесными объектами. Видимая площадь созвездия определяется телесным углом, который оно занимает на небе; обычно его указывают в квадратных градусах. Для сравнения: диски Луны и Солнца занимают на небе площадь около 0,2 кв. градуса, а площадь всей небесной сферы около 41253 кв. градуса.

Первые представления людей о звездном небе дошли к нам из дописьменного периода истории, они сохранились в различных материальных памятниках культуры. Археологи и астрономы выяснили, что наиболее древние астеризмы – характерные группы ярких звезд, – человек выделил на небе еще в каменном веке, более 15 тысячелетий назад. Некоторые исследователи считают, что первые небесные образы появились одновременно с рождением первых рисунков, воплощенных в наскальной живописи, когда развитие левого (логического) полушария головного мозга человека позволило отождествить предмет с его плоским изображением.

Слово "созвездие" (от лат. constellation) означает "коллекция (или группа) звезд". В древности "созвездиями" называли выразительные группы звезд, которые помогали запоминать узор звездного неба и с его помощью ориентироваться в пространстве и времени. У каждого народа были свои традиции разделения звезд на созвездия. Используемые современными астрономами созвездия в большинстве своем носят названия, традиционные для европейской культуры.

В течение многих столетий созвездия не имели четко установленных границ; обычно на картах и звездных глобусах созвездия разделяли кривыми замысловатыми линиями, не имевшими стандартного положения. Поэтому с момента образования Международного Астрономического союза (МАС) одной из первых его задач стало размежевание звездного неба. На 1-й Генеральной ассамблее МАС, проходившей в 1922 году в Риме, астрономы решили, что пора окончательно поделить всю небесную сферу на части с точно обозначенными границами и этим, кстати, положить конец всяким попыткам перекраивать звездное небо. В названиях созвездий было решено придерживаться латинских наименований созвездий. На генеральных ассамблеях МАС в 1925 и 1928 годах были приняты списки созвездий и утверждены границы между большинством из них. В 1930 году по поручению МАС бельгийский астроном Эжен Дельпорт опубликовал карты и подробное описание новых границ всех 88 созвездий. Но и после этого еще вносились некоторые уточнения и только в 1935 году решением МАС эта работа была завершена. Таким образом, Международным астрономическим союзом официально признаны 88 созвездий, и их список имеется в каждом выпуске нашего Календаря.

Однако человек, впервые приступивший к изучению звездного неба, сталкивается с тем, что на небе не так, как даже на хорошей звездной карте. Звезды далеко друг от друга, линий, облегчающих узнать созвездие, на небе нет, обзор неба ограничен, особенно в больших городах. Часто яркая планета (иногда не одна) сбивает с толку неопытного наблюдателя. Но какие-то характер-

ные звездные фигуры все же бросаются в глаза. В древности так были выделены первые созвездия. Почти пустые, со слабыми звездами, промежутки между ними, долго никого не интересовали. Только в последние несколько веков астрономы стали давать названия и этим участкам неба, как правило, не согласовывая свое творчество с коллегами. Кроме того, в пределах крупных созвездий есть уже упоминавшиеся астеризмы – характерные фигуры, образованные немногими звездами. Их иногда тоже признавали самостоятельными созвездиями. После того, как МАС навел в этом деле порядок, мало кто вспоминает об отмененных им созвездиях. Тем не менее, познакомиться с ними стоит. Заметим, что на старых картах небо нередко изображали в зеркальном виде. Таков, например, известный атлас Гевелия "Уранография".

Отмененные созвездия в алфавитном порядке русских названий

Антиной (лат. Antinous) – античное экваториальное созвездие. Было названо в честь Антиноя, греческого юноши, любовника римского императора Адриана. Антиной погиб при загадочных обстоятельствах и был обожествлен безутешным императором. Придворные астрономы поместили изображение Антиноя среди звезд. Созвездие никогда не было общепризнанным, однако появляется в "Уранографии" Яна Гевелия еще в 1690 году. Ныне не существует и включено в созвездие Орел, занимая южную его часть, граничащую со Стрельцом и Козерогом (рис. 1).

Большой Телескоп Гершеля (лат. Telescopium Herschelii Major, Tubus Herschelii Major) и *Малый Телескоп Гершеля* (лат. Telescopium Herschelii Minor, Tubus Herschelii Minor) – отмененные созвездия северного полушария неба. Предложены Максимилианом Хеллем в 1789 году. Хелль назвал их в честь астрономических инструментов Гершеля: Малый – в честь 7-футового и Большой – 20-футового рефлекторов. Созвездия располагались: Малый – под головой Тельца (в юго-восточном "углу" нынешнего созвездия), Большой – между Рысью, Возничим и Близнецами (бедная звездами восточная часть Возничего), и обрамляли область, где Гершель открыл планету Уран в 1781 году (рис. 2).



Рис. 1. Антиной
(Ян Гевелий, Атлас "Уранография", 1690 год)

Белка-летяга (лат. Sciurus Volans) – созвездие, предложенное американским астрономом Вильямом Кросвеллом в 1810 году на "Карте звездного неба в проекции Меркатора" и помещенное им в юго-западной части Жирафа, на границе с Персеем. Удовлетворительного изображения нет.

Бранденбургский Скипетр (лат. Sceptrum Brandenburgicum) – отмененное созвездие южного полушария неба. Предложено Готфридом Кирхом в 1688 году в журнале "Acta Eruditorum". Созвездие символизировало скипетр королевской фамилии Бранденбургов. В астрономическую практику вошел лишь после публикации в атласе Боде в 1782 году. В атласе Боде созвездие охватывало вытянутую с юга на север прямолинейную

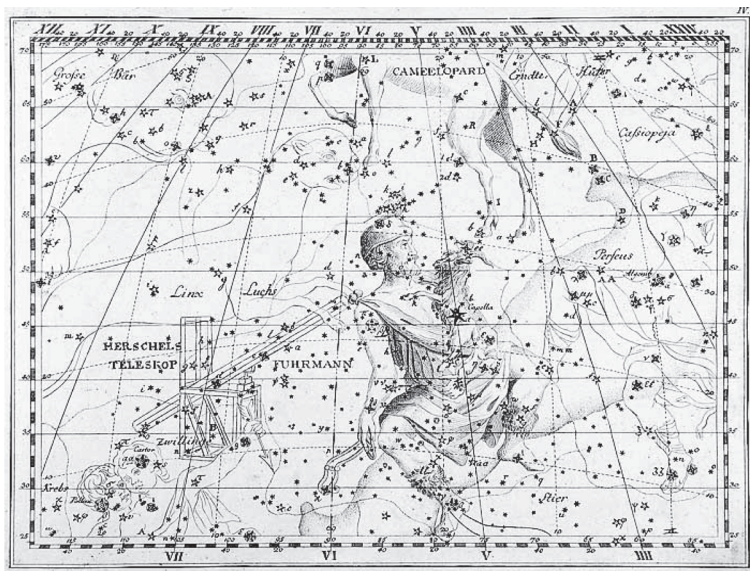


Рис. 2. Большой и Малый Телескопы Гершеля
(Корнилий Рейссиг, "Созвездия на XXX таблицах", 1829 г.)

цепочку слабых звезд в созвездии Эридан, "правее" (западнее) Ригеля (рис. 3).

Ветвь яблони (лат. Ramus или Ramus Pomifer или Cerberus Ramus) – отмененное созвездие северного полушария неба. Было предложено английским картографом Джоном Сенексом. Представляло собой яблоневую ветвь, которую оплетал змееобразный трехглавый Кербер – созвездие Цербер Гевелия. Представляет собой астеризм в южной части Геркулеса (рис. 4).

Вода – устаревшее античное созвездие, было предложено Аратом в III веке до н. э. в научной поэме "Явления", или Евдоксом, работу которого, вероятно, использовал Арат. Представляло собой поток воды, вытекающий из сосуда Водолея. Обычно этот поток ассоциировался в рекой Нил в Египте. Занимал юго-восточную часть Водолея.

Воздушный Шар (лат. Globus Aerostaticus) – созвездие южного полушария неба, ныне отмененное. Было предложено Лаландом в 1798 году в честь братьев Монгольфье. Впервые опубликовано в 1891 году. Находилось на стыке современных созвездий Козерога, Микроскопа и Южной Рыбы. На рисунке 5



Рис. 3. Брандебургский скипетр (Бурритт, "География небес", 1835 год)

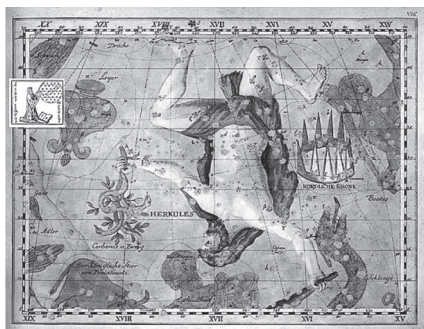


Рис. 4. Ветвь яблони (Ян Гевелий, Атлас "Уранография", 1690 год)

В атласе Гевелия изображало гору, на которой стоит Волопас. Гора Менала находится на территории Пелопоннеса в Греции и в древнегреческой мифологии связана с богом Паном, покровителем Аркадии, который любил гулять по ее склонам. Созвездие располагалось в северо-восточной части нынешнего созвездия Дева (рис. 6).

видны созвездия Вода, Воздушный Шар и Микроскоп.

Вольтова Батарейя – отмененное созвездие северного полушария неба. Предложено Томасом Юнгом в 1807 году, в честь гальванического элемента, изобретенного в 1799 году итальянцем Вольта. Созвездие находилось между Дельфином, Малым Конем и Пегасом. Рисунок созвездия Вольтова Батарейя не сохранился.

Гора Менала (лат. Mons Menalus) – созвездие северного полушария неба. Новое созвездие, введено Яном Гевелием в 1690 году в небесном атласе "Уранография".

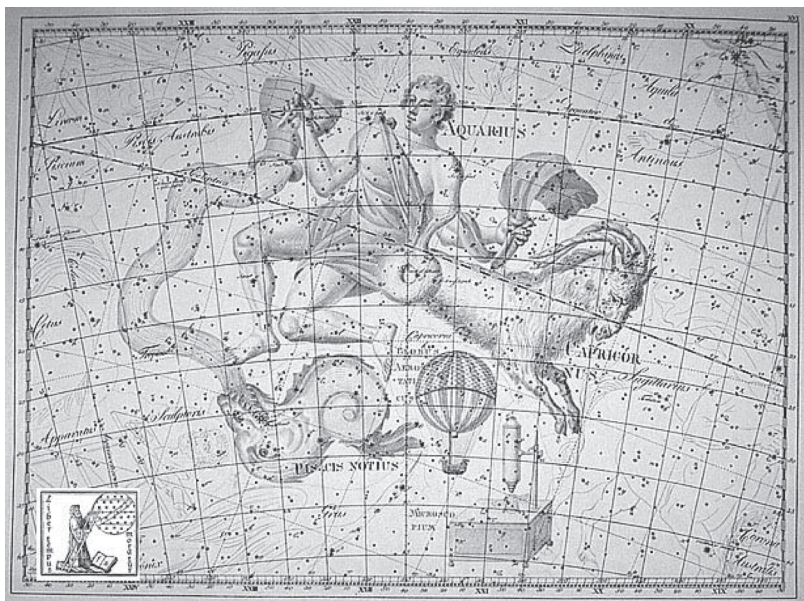


Рис. 5. Вода и соседние созвездия (Бодэ, "Уранография", 1801 г., графика)



Рис. 6. Гора Менала (Ян Гевелий, Атлас "Уранография", 1690 год)

Созвездие южного полушария неба. В 1679 году Эдмонд Галлей составил каталог звезд южного неба (Catalogus Stellarum Australium). В нем он предложил новое созвездие "Дуб Карла" в честь дуба, в листе которого, по распространенной легенде, прятался Карл II после поражения войск его отца Карла I приверженцами Оливера Кромвеля.

Созвездие занимало часть Корабля Арго недалеко от Южного Креста (рис. 8), некоторое время пользо-



Рис. 8. Дуб Карла (Илайджа Бурритт, "География небес", 1835 год)

Держава Императора (лат. *Potum Imperiate*). Предложено Готфридом Кирхом в 1688 году. Созвездие изображало императорскую державу, и было предложено в честь Леопольда I, императора Священной Римской империи из династии Габсбургов. В некоторых атласах Антиной изображался держащимся рукой за Державу (рис. 7). Располагалось, по видимому, на стыке созвездий Водолея и Малого Коня и созвездия Дельфин.

Дуб Карла (лат. *Robus Carolinum*). Созвездие южного



Рис. 7. Держава Императора

пулярностью и изображалось в атласах звездного неба. Однако с окончательным оформлением южной области неба и, в частности, с разделом Корабля Арго на три созвездия, было отменено. Созвездие Дуб Карла выделено из созвездия Корабль Арго Галлеем. Корабль строили три месяца и сама Афина, благоволившая путешественникам, встретила кусок священного дуба из рощи Зевсова оракула в Додоне.

(Продолжение следует)

В ГОСТЯХ У МУЗЫ УРАНИИ

Так по-разному поэтов вдохновляют звезды, Луна, Космос и профессиональные занятия астрономией...

Владимир Высоцкий

Советский поэт и бард (1938–1980).

ПЕСНЯ О ЗВЕЗДАХ

Мне этот бой не забыть никак — Смертью пропитан воздух, — А с небосклона бесшумным дождем Падали звезды.	Нам говорили: "Нужна высота!" И "Не жалеть патронов!"... Вон покати́лась вторая звезда — Вам на погоны.
Снова упала — и я загадал: Выйти живым из боя, — Так свою жизнь я поспешно связал С глупой звездой.	Звезд этих в небе — как рыбы в прудах, — Хватит на всех с лихвою. Если б не насмерть, ходил бы тогда Тоже — Героем.
Я уж решил: миновала беда И удалось отвертеться, — С неба упала шальная звезда — Прямо под сердце.	Я бы Звезду эту сыну отдал, Просто — на память... В небе горит, пропадает звезда — Некуда падать.

ПЕСНЯ КОСМИЧЕСКИХ НЕГОДАЕВ

Вы мне не поверите и просто не поймете:
В космосе страшней, чем даже в дантовском аду, —
По пространству-времени мы прем на звездолете,
Как с горы на собственном заду.
 Но от Земли до Беты — восемь ден,
 Ну а до планеты Эпсилон —
 Не считаем мы, чтоб не сойти с ума.
 Вечность и тоска — ох, влипли как!
 Наизусть читаем Киплинга,
 А вокруг — космическая тьма.
На земле читали в фантастических романах
Про возможность встречи с иноземным существом, —
Мы на Земле забыли десять заповедей рваных,
Нам все встречи с ближним нипочем!
 Но от Земли до Беты — восемь ден,
 Ну а до планеты Эпсилон —
 Не считаем мы, чтоб не сойти с ума.
 Вечность и тоска — ох, влипли как!
 Наизусть читаем Киплинга,
 А вокруг — космическая тьма.
Нам прививки сделаны от слез и грез дешевых,
От дурных болезней и от бешеных зверей, —
Нам плевать из космоса на взрывы всех сверхновых —
На Земле бывало веселей!

Но от Земли до Беты – восемь ден,
Ну а до планеты Эпсилон –
Не считаем мы, чтоб не сойти с ума.
Вечность и тоска – ох, влипли как!
Наизусть читаем Киплинг,
А вокруг – космическая тьма.
Прежнего, земного не увидим небосклона,
Если верить рассказам ученых чудаков, –
То, когда вернемся мы, по всем по их законам
На Земле пройдет семьсот веков!
То-то есть смеяться отчего:
На Земле бояться нечего –
На Земле нет больше тюрем и дворцов.
На Бога уповали бедного,
Но теперь узнали: нет его –
Ныне, присно и во век веков!

В ДАЛЕКОМ СОЗВЕЗДИИ ТАУ КИТА

В далеком созвездии Тау Кита
Все стало для нас непонятно, –
Сигнал посылаем: "Вы что это там?" –
А нас посылают обратно.
На Тау Ките
Живут в тесноте –
Живут, между прочим, по-разному –
Товарищи наши по разуму.
Вот, двигаясь по световому лучу
Без помощи, но при посредстве,
Я к Тау Кита этой самой лечу,
Чтоб с ней разобраться на месте.
На Тау Кита
Чегой-то не так –
Там таукитайская братия
Свихнулась, – по нашим понятиям.
Покамест я в анабиозе лежу,
Те таукитяне буянят, –
Все реже я с ними на связь выхожу:
Уж очень они хулиганят.
У таукитов
В алфавите слов –
Немного, и строй – буржуазный,
И юмор у них – безобразный.
Корабль посадил я как собственный зад,
Слегка покривив отражатель.
Я крикнул по-таукитянски: "Виват!" –
Что значит по-нашему – "Здрасьте!".
У таукитян
Вся внешность – обман, –
Тут с ними нельзя состязаться:
То явятся, то растворятся...

Мне таукитянин – как вам папуас, –
Мне вкратце об них намекнули.
Я крикнул: "Галактике стыдно за вас!" –
В ответ они чем-то мигнули.
На Тау Ките
Условия не те:
Тут нет атмосферы, тут душно, –
Но таукитяне радушны.
В запале я крикнул им: мать вашу, мол!..
Но кибернетический гид мой
Настолько буквально меня перевел,
Что мне за себя стало стыдно.
Но таукиты –
Такие скоты –
Наверно, успели набраться:
То явятся, то растворятся..
"Вы, братья по полу, – кричу, – мужики!
Ну что..." – тут мой голос сорвался, –
Я таукитянку схватил за грудки:
"А ну, – говорю, – признавайся!..
Она мне: "Уйди!" –
Мол, мы впереди –
Не хотим с мужчинами знаться, –
А будем теперь почковаться!
Не помню, как поднял я свой звездолет, –
Лечу в настроенье питейном:
Земля ведь ушла лет на триста вперед,
По гнусной теории Эйнштейна!
Что, если и там,
Как на Тау Кита,
Ужасно повысилось знание, –
Что, если и там – почкованье?!

Стихи: *ансамбль «Дельфиния»*

Музыка: *И. Дунаевский*

За сто сорок лет прославилась в истории
Лучшая во всем краю обсерватория.
Здесь всегда царит порядок,
И не знают неполадок
Механизмы на подшефной территории.

Пр.: Здесь учат студентов
 И прочих клиентов.
 К телескопу подойди-ка
 И на звезды погляди-ка,
 Море звезд над черноморской акваторией.

Да, хотя сто сорок лет – года немалые,
Но не выглядит старушка обветшалою.
Ведь в родной Одессе-маме
Не нуждается в рекламе,
Популярностью искрится небывалою.

Пр.: Ночною порою
 Мы звезды откроем,
 Улететь за сто парсеков
 Невозможно человекам,
 Ну а здесь возможность эту нам пожалуют.

 Ночною порою
 Мы звезды откроем,
 Улететь за сто парсеков
 Невозможно человекам,
 С днем рождения тебя, обсерватория!

* * *

Стихи: *Е. Лабунский*

Музыка: *А. Суханов*

Вселенная, Галактика, Земля,
Евразия, Одесса, парк у моря,
Акации, каштаны, тополя –
Оправа куполов обсерватории.

Ученые мужи, забыв про сон,
Ночами изучают мирозданье,
И иногда мы слышим тихий стон,
Опять прокол и разочарование.

Пришельцев нет и новых нет планет,
Песок в ионосферу колошматит,
А потому зарплаты тоже нет...
Нет, что-то вам, конечно, тоже платят.

Наверно, ваши тяжкие труды
Грядущие оценят поколения,
Но ждать так долго, право, нет нужды:
Примите с юбилеем поздравления!

Вселенная, Галактика, Земля,
Евразия, Одесса, парк у моря,
Акации, каштаны, тополя –
Оправа куполов обсерватории.

* * *

Стихи: *клуб друзей «Афалина»*

Музыка: *М.Щербаков*

КОЛЫБЕЛЬНАЯ

Спит Одесса, спят Фонтаны,
Даже волны в море спят.
Астрономы лишь упрямо
В небо звездное глядят.

И, усталый, как собака,
МЭНЭс на спектр глядит,
А над ним мерцают знаки Зодиака,
И Полярная блестит,

Тыщи спутников несутся,
Астероиды шустрят.
Наблюденья ведутся
Уж сто сорок лет подряд.

Путь, конечно, не короткий,
Были всякие находки,
Не один изучен спектр,
Масса спутников взлетела, –
Непростое это дело
В новый двадцать первый век!

И висит туманность крабом
Над усталой головой,
И комета машет браво
Своей частью хвостовой.

Свято наши астрономы
Карту звездную блюдут,
Уточняют физзаконы,
И комет залетных ждут.

В темном небе спутник бродит,
Астрономы – тут как тут,
На него трубу наводят,
Смотрят – верен ли маршрут.

Век прошел, у вас все то же.
Лишь компьютер все дороже,
Усложняется расчет,
Сквозь пространства прорываясь,
Ускоряясь, замедляясь,
Время в космосе течет...

Ночь уходит, день проходит,
Наблюденья происходят...

Иван Андронов

Ученый и поэт.

* * *

Мы все – песчинки во Вселенной,
И за отведенный нам миг
Хотим оставить непременно
Свой след – во Времени изгиб...

Кто хочет славы Герострата,
Сжигая возведенный Храм,
Другой на смерть пошлет солдатом,
Уподоблявшийся царям.

Но нужно людям созиданье,
Чтобы в душе сады цвели,
Что б улетучилось страданье,
В душе что б храм уж возвели.

Ученые, творцы, поэты
Сквозь тернии к звезде ведут
И, даже ошибаясь где-то,
В Добро свой вклад несут, несут!

И начинать устройство Мира,
Конечно, надо нам с себя,
Что б к Счастью ярко нам светила
Та путеводная звезда!

Помочь всегда своей команде
Мечты скорей в жизнь воплотить,
И в позитивной пропаганде
С ней снова за Успехом плыть!

К АСТРОНОМИЧЕСКОМУ ЮБИЛЕЮ

Посмотри в ночное небо,
И найди свою звезду,
Что сияет ярко где-то,
И познай ее судьбу!

Как родилась? Развивалась?
По соседству с кем росла?
И как ярко столь стала?
И другим свет принесла?

Свет летит в просторах долго.
И несёт звезды той часть
Быстрых множество фотонов,
Но и им судьба упасть

На планеты иль кометы,
На звезду иль электрон...
И прервет путь безответно
Убегающий фотон...

Но, бывает, в телескоп он
Вдруг случайно попадет,
Информацию отменно
Астроному донесет.

Но один фотон не может
О звезде все рассказать,
Для моделей очень сложных
Надо много наблюдать...

Какова температура?
Иль период у звезды?
Числа даст аппаратура,
Многое узнаешь ты...

Улетает в дальний Космос
Излучение от тел...
И другим дает возможность
Интересных разных дел...

ПОЗДРАВЛЕНИЕ С ЮБИЛЕЕМ

Горит ярчайшая звезда!
Сияя же радостно, лучисто!
Проходит время, как всегда,
Успеть же много надо быстро...

Как много в жизни разных дел
Тебя с восторгом привлекают!
Умеешь все, везде поспел,
Успехи чередой мелькают!

И в жизнь вклад твой уж Сверх-велик,
Но может стать еще побольше!
Твой "Эверест" давно возник,
И пусть грядут поездки дольше!

Здоровье, счастье и друзья,
Иммунитет ко злу, злословью;
Успехов многих череда
Пусть соседствуют с Любовью!

WINKLE, TWINKLE, LITTLE STAR
ANN AND JANET TAYLOR
(перевод с английского)

Светит яркая звезда.
Как я рад, что есть она!
Светит в небе высоко,
Как бриллиант, она легко.
 Когда Солнце упадет,
 Час ее тут настает.
 И мерцание вся ночь
 Отгоняет страхи прочь.
Светит путнику в ночи
И ведет его в тиши.

Ведь куда бы он пошел,
Если б свет тот не нашел?
 Светит нам она всегда,
 Но при Солнце не видна.
 И не виден ее свет
 Глазу нашему – нет, нет!
Но вновь ночь уж настает,
Снова в путь она зовет.
И, конечно, знаю я,
Что ты есть, моя звезда!

29.11.1992

Евгений Хазов

Постоянный читатель Одесского Астрономического Календаря

Далекий Марс на темном небосводе
Горит рубином древнего огня.
Кружит неспешно в звездном хороводе,
Он строгим взглядом смотрит на меня.
Он словно говорит "Пора в дорогу,
Тебе в пути все будет по плечу".
Откинув прочь ненужную тревогу,
К планете тайн стремительно лечу.
И вот он рядом, в темноте пространства
На фоне звезд – огромный исполин.
Уже видны, не трудно догадаться,
Изгибы гор и марево долин,
Полярных шапок вечное сиянье
И кольца кратеров среди пустынь.
Вот, наконец, поверхности касанье
И надо мною туч холодных синь.
Цепочка гор, как гребни у дракона
Отбрасывают призрачную тень,
Оранжевый закат над глубиной каньона,
Луч Солнца в полутьме. Уходит день.
В темени неба горят метеориты,
И ночь становится светлым-светла.
И слышится мне голос Аэлиты,
Которая когда-то здесь жила.
Теперь пора на Землю возвращаться.
Я снова дома, все как прежде у меня,
Со звездным небом выхожу общаться,
И Марс сияет каплею огня.

АБИТУРИЕНТАМ И ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ



ПРИГЛАШЕНИЕ

НА АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

Одесского национального университета
имени И.И.Мечникова

Отделение готовит квалифицированных специалистов в области
АСТРОНОМИИ И КОСМИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Набор – 10 человек на бюджетной основе и 15 человек на контрактной.

Обучение *стационарное*. **Сертификаты** – украинский язык и литература,
физика, математика или химия.

История физического факультета ОНУ имени И.И.Мечникова началась в 1865 году с основанием Императорского Новороссийского университета, в составе которого с момента его основания был физико-математический факультет, и была учреждена кафедра астрономии.

Профессорско-преподавательский состав кафедры астрономии и других кафедр факультета и университета обеспечивают высокое качество подготовки бакалавров, специалистов и магистров.

На кафедре астрономии осуществляется *прием в магистратуру и аспирантуру* выпускников других учебных заведений.

Студенты-астрономы проходят подготовку и практику в астрономической обсерватории университета, на крупнейших в Украине оптических и радиотелескопах НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория», Радиоастрономического института НАН Украины, Высокогорной российско-украинской обсерватории на пике Терскол (Кавказ), Выгорлатской обсерватории в Словакии и других ведущих обсерваториях.

Астрономы-выпускники ОНУ имени И.И.Мечникова успешно работают в различных астрономических и космических учреждениях Украины и всего мира, занимаются разнообразной интеллектуальной деятельностью в сфере космических информационных технологий, прикладной математики, информатики.

Вы можете пройти *предварительную регистрацию* на сайте кафедры астрономии и физического факультета и задать интересующие вас вопросы.

Справки по вопросам поступления по тел. в Одессе: 048 722-03-96 (астрономическая обсерватория)

Тел. *Приемной комиссии* университета: 048 2 68-12-84

Подробности в Интернете:

кафедра астрономии <http://chair.astro-observ.odessa.ua>

физический факультет <http://phys.onu.edu.ua/kafedru/astronomiya>

РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Научная литература:

- Астрономия и общество, ГАИШ, под ред. А.М. Черепашука, Н.Н. Самуся. Фрязино, 2010.
- Бисноватый-Коган Г.С. Релятивистская астрофизика и физическая космология. УРСС, Москва, 2010.
- Бочкарев Н.Г. Основы физики межзвездной среды. Изд.2. УРСС, Москва, 2010.
- Бочкарев Н.Г. Магнитные поля в космосе. УРСС, Москва, 2010.
- Верходанов О.В., Парийский Ю.Н. Радиогалактики и космология, Москва, Физматлит, 2009.
- Владимиров Ю.С. Пространство-время: явные и скрытые размерности. Изд.2, перераб. и доп., УРСС, 2010.
- Галимов Э.М. Замыслы и просчеты: Фундаментальные космические исследования в России последнего двадцатилетия: Двадцать лет бесплодных усилий. УРСС, 2010.
- Грин Б. Ткань космоса: Пространство, время и текстура реальности. Пер. с англ. Изд.2 УРСС, 2011.
- Грин Б. Элегантная Вселенная: Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. Изд.5, УРСС, 2011.
- Засов А.В., Кононович Э.В. Астрономия. Физматлит, 2011.
- Иванов Б.Н. Мир физической гидродинамики: От проблем турбулентности до физики космоса. Изд.2, УРСС, Москва, 2010.
- Конникова В.К., Лече Е.Е., Силантьев Н.А. Практическая радиоастрономия. Изд. МГУ, 2011.
- Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии. Изд.4, УРСС, 2011.
- Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии. Изд.6, испр. и доп., УРСС, Москва, 2009.
- Лукаш В.Н., Михеева Е.В. Физическая космология. Физматлит, 2010.
- Малов И.Ф. Механизмы космического излучения. УРСС, Москва, 2010.
- Минаков А.А., Вакулик В.Г. Статистический анализ гравитационного микролинзирования. Киев, Наукова Думка, 2010.
- Николаев О.С. Физика и астрономия: Курс практических факультативных работ для средней школы. Изд.2, УРСС, Москва, 2010.
- Паннекук А. История астрономии. УРСС, Москва, 2010.
- Покровский В.В. Космос, Вселенная, теория всего почти без формул, или Как дошли до теории суперструн. Серия: НАУКУ - ВСЕМ! Шедевры научно-популярной литературы, УРСС, 2012.
- Попова А.П. Занимательная астрономия. Изд.2, УРСС, 2010.
- Рэндалл Л. Закрученные пассажи: Проникая в тайны скрытых размерностей пространства. Пер. с англ. УРСС, 2011.
- Смирнов О.Г. Эволюция Солнечной системы и глобальное изменение климата (открытия третьего тысячелетия). Спутник, Москва, 2010.
- Хокинг С. Мир в ореховой скорлупке, УРСС, 2011.
- Хокинг С. Черные дыры и молодые вселенные, УРСС, 2011.
- Хокинг С., Млодинов Л. Кратчайшая история времени, УРСС, 2011.
- Цвибах Б. Начальный курс теории струн. Пер. с англ. УРСС, 2011.
- Шустов Б. Астероидно-кометная опасность: вчера, сегодня, завтра. Физматлит, Москва, 2010.

Адрес УРСС в Интернете: www.urss.ru, E-mail: urss@URSS.ru, Интернет-магазин: orders@URSS.ru Тел.+7(499)724-25-45

Заказ книг в Украине: Журнал «Вселенная, Пространство, Время» на сайте журнала: <http://wselennaya.com/> по тел. (093)990-47-28, (050)960-46-94

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/>
Пушкинская 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-observatory.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.ru/EAAS/rus/>
Астрокурьер – информационное издание Астрономического Общества: <http://www.sai.msu.ru/EAAS/rus/astrocourier/index.html>
Одесское астрономическое общество: www.astro-soc.odessa.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.vselennaya.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>

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)	Киль	Car (ю)	Резец	Cae (ю)
Близнецы	Gem (с)	Кит	Cet (э)	Рыбы	Psc (э)
Большая		Козерог	Cap (ю)	Рысь	Lyn (с)
Медведица ..	UMa (с)	Компас	Pux (ю)	Северная	
Большой Пес ..	CMa (ю)	Корма	Pup (ю)	Корона	CrB (с)
Весы	Lib (ю)	Крест	Cru (ю)	Секстант	Sex (э)
Водолей	Aqr (э)	Лебедь	Cyg (с)	Сетка	Ret (ю)
Возничий	Aur (с)	Лев	Leo (с)	Скорпион	Scor (ю)
Волк	Lup (ю)	Летучая Рыба ..	Vol (ю)	Скульптор	ScL (ю)
Волопас	Boo (с)	Лиры	Lyr (с)	Столовая Гора	Men (ю)
Волосы		Лисичка	Vul (с)	Стрела	Sge (с)
Вероники	Com (с)	Малая		Стрелец	Sgr (ю)
Ворон	Crv (ю)	Медведица ..	UMi (с)	Телескоп	Tel (ю)
Геркулес	Her (с)	Малый Конь	Equ (с)	Телец	Tau (с)
Гидра	Hya (э)	Малый Лев	LMi (с)	Треугольник	Tri (с)
Голубь	Col (ю)	Малый Пес	CMi (с)	Тукан	Tuc (ю)
Гонимые Псы	CVn (с)	Микроскоп	Mic (ю)	Феникс	Phe (ю)
Дева	Vir (э)	Муха	Mus (ю)	Хамелеон	Cha (ю)
Дельфин	Del (с)	Насос	Ant (ю)	Центавр	Cen (ю)
Дракон	Dra (с)	Наугольник	Nor (ю)	Цефей	Cep (с)
Единорог	Mon (э)	Овен	Ari (с)	Циркуль	Cir (ю)
Жертвенник	Ara (ю)	Октант	Oct (ю)	Часы	Hor (ю)
Живописец	Pic (с)	Орел	Aql (э)	Чаша	Crt (ю)
Жираф	Cam (с)	Орион	Ori (э)	Щит	Sct (э)
Журавль	Gru (ю)	Павлин	Pav (ю)	Эридан	Eri (ю)
Заяц	Lep (ю)	Паруса	Vel (ю)	Южная Гидра ...	Hyl (ю)
Змееносец	Oph (э)	Перас	Peg (с)	Южная	
Змея	Ser (э)	Персей	Per (с)	Корона	CrA (ю)
Золотая Рыба ..	Dor (ю)	Печь	For (ю)	Южная Рыба ...	PsA (ю)
Индеец	Ind (ю)	Райская Птица	Aps (ю)	Южный	
Кассиопея	Cas (с)	Рак	Cnc (с)	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.	Обо-знач.	Лат. назв.	Сокр. напис.	Русск. назв.	Обо-знач.	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	Υ υ
эпсилон	E ε	ню	N ν	фи	Φ φ
дзета	Z ζ	кси	Ξ ξ	хи	Χ χ
эта	H η	омикрон	O ο	пси	Ψ ψ
тэта	Θ θ	пи	Π π	омега	Ω ω

ИСЧИСЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ И ЮЛИАНСКИХ ДАТ

Определение времени является одной из основных задач астрономии и решается с использованием видимого 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 так называемое поясное $T_{\text{п}}$, летом – летнее $T_{\text{л}}$, отличающееся от поясного на 1 час. В нашем календаре используется киевское время, и оно едино для всей Украины.

Для связи времени разных стран в одну систему земная поверхность разбита на 24 часовых пояса (от 0-го до 23-го), протяженностью каждый в 15° по долготе, что соответствует 1 часу времени. Время «нулевого» часового пояса со средним меридианом, проходящим через Гринвичскую обсерваторию в Англии, называется гринвичским, либо всемирным временем T_0 .

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 $T_{\text{и}}$ и равна нулю в момент верхней кульминации Солнца, то есть в полдень. Истинное солнечное время меняется неравномерно, и его заменяют понятием среднего солнечного времени $T_{\text{ср}} = T_{\text{и}} + h$, где поправка h называется уравнением времени, значение которого дано в 9 колонке таблиц "Солнце" на стр. 14-36.

Среднее время, дающее начало суток в полдень, неудобно и его увеличивают на 12 часов, что дает так называемое местное время $T_{\text{м}} = T_{\text{ср}} + 12$. А местное время $T_{\text{м}}$, определяемое для центрального меридиана часового пояса, называется поясным $T_{\text{п}}$. В западной части России вместе с Москвой (это 2-й часовой пояс) применяется декретное время $T_{\text{д}}$, которое зимой на один и летом на два часа больше поясного времени.

Звездное время (S) используется для решения астрономических и навигационных задач. Местное звездное время $S_{\text{м}}$ 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 $S_{\text{м}}$ со всемирным T_0 определяется формулой:

$$S_{\text{м}} = S_0 + 1.00274 T_0 + \lambda,$$

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 252-255. 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 $\lambda = 30^\circ 45' \text{ в.д.} = +2 \text{ часа } 03 \text{ минуты} = +2.05 \text{ часа}$. Целая часть числа (2 часа) указывает на то, что Одесса находится во втором часовом поясе, опережая его время на дробную часть (3 минуты).

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

	январь	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 2012 года в 20 часов 30 минут 24 секунды киевского времени. Напомним, что это високосный год, и время – не летнее, а зимнее. Получим ряд чисел:

$$J.D.2400000+55927+31+6=2455964,$$

где 2400000 берем из заглавия таблицы 1, 55927 – нулевая дата 2012 года, 31 – нулевой день февраля месяца, 6 – дата наблюдения в феврале, взятая для високосного 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 J.D.2466964.2711. Проверить вычисления можно, сравнив полученное число с данными таблицы на стр. 16, где во второй колонке приводятся юлианские даты на ноль часов всемирного времени. Пользуясь этой таблицей, можно контролировать свои вычисления юлианских дат наблюдений 2012 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 $t=+10^\circ\text{C}$ 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 $z=90^\circ-h$. Чтобы найти истинный угол рефракции, нужно к средней рефракции прибавить обе поправки.

Средняя рефракция
(при температуре $t=+10^\circ\text{C}$ и барометрическом давлении
 $B=760$ мм.рт.ст.)

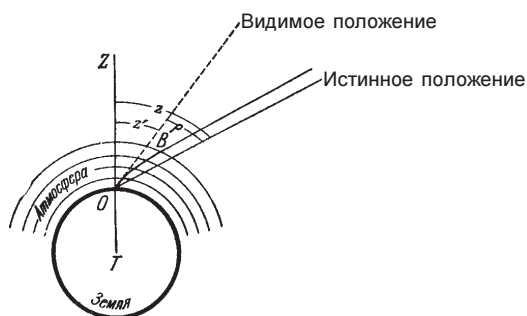
z°	ρ_{ref}''	z°	ρ_{ref}''	z°	ρ_{ref}''
0	0 00	55	1 23	80	5 18
5	0 05	60	1 40	81	5 52
10	0 10	65	2 04	82	6 32
15	0 16	70	2 38	83	7 23
20	0 21	72	2 57	84	8 28
25	0 27	74	3 20	85	9 51
30	0 34	75	3 33	86	11 45
35	0 41	76	3 49	87	14 22
40	0 49	77	4 06	88	18 18
45	0 58	78	4 27	89	24 37
50	1 09	79	4 50	90	35 24

Поправка за температуру воздуха t

$z \backslash t, ^\circ\text{C}$	-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

$z \backslash B, \text{ мм рт.ст.}$	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 ($t = t_v$) или захода ($t = t_z$) 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

$$T = t_k + \chi_{\lambda}.$$

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 восходов и заходов Солнца, Луны и планет

A_0 °	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	
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 $A_0 < 90^\circ$ и для захода при $A_0 > 90^\circ$. Поправка χ_{φ} меняет знак на противоположный для восхода при $A_0 > 90^\circ$ и для захода при $A_0 < 90^\circ$.

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 гражданских сумерек

A_0 °	Географическая широта ϕ									
	44° М	45° М	46° М	47° М	48° М	49° М	50° М	51° М	52° М	53° 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 навигационных сумерек

A_0 °	Географическая широта ϕ									
	44° М	45° М	46° М	47° М	48° М	49° М	50° М	51° М	52° М	53° 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 астрономических 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	+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 χ_{ϕ} имеет знак, указанный в таблицах, для конца вечерних сумерек и меняет знак на противоположный для начала утренних сумерек.

Для второго часового пояса поправка χ_{λ} вычисляется по следующей формуле:

$$\chi_{\lambda} = \frac{\Delta\lambda}{1.00274 - \frac{\Delta\alpha}{24}},$$

где $\Delta\lambda = \lambda_0 - \lambda$ – разность долгот, выраженная в минутах времени; λ_0 – долгота Одессы; $\Delta\alpha$ – 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.

Приведенные здесь формулы могут использоваться и для пунктов, находящихся за пределами второго часового пояса. В этом случае киевское время T следует заменить на поясное или декретное (для России), а к поправке χ_{λ} , выраженной в минутах, необходимо прибавить величину (в часах), равную $N-2$ для поясного времени или $N-1$ для декретного времени, где N – номер часового пояса.

Если пункт находится во втором часовом поясе и при этом высокая точность не нужна или разность долгот $\Delta\lambda$ небольшая (менее 10 минут), то для Луны и

планет можно приближенно считать, что $\chi_\lambda = \Delta\lambda$. Для Солнца и сумерек в пределах второго часового пояса также можно считать, что $\chi_\lambda = \Delta\lambda$.

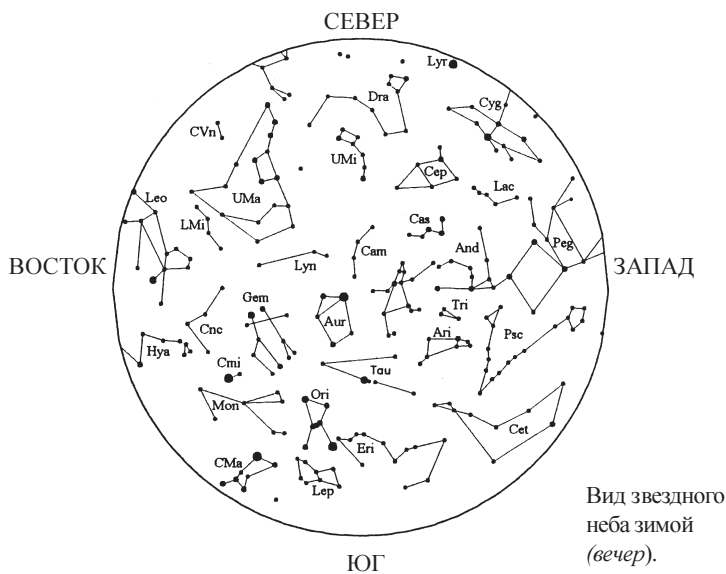
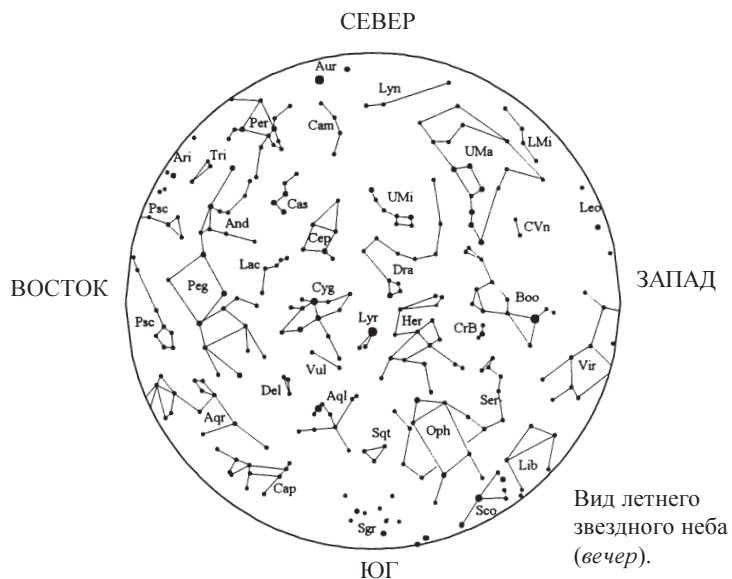
Географические координаты и разности долгот $\Delta\lambda$ для центров крупнейших населенных пунктов Украины и Молдовы можно найти из таблицы:

Пункт	φ о	λ о	$\Delta\lambda$ м	Пункт	φ о	λ о	$\Delta\lambda$ м
Винница	49.2	28.5	+9	Одесса	46.5	30.75	0
Днепропетровск	48.5	35.0	-17	Полтава	49.6	34.6	-15
Донецк	48.0	37.8	-28	Ровно	50.6	26.2	+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	50.4	30.5	+1	Тирасполь	46.8	29.6	+5
Кировоград	48.5	32.2	-6	Ужгород	48.6	22.3	+33
Кишинев	47.0	28.8	+8	Харьков	50.0	36.3	-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	49.4	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



КАРТЫ
ЗВЕЗДНОГО
НЕБА

И VII 21° 22° I IX 23° 0° I/X

Андромеда

Ящерица

Лебедь

Цепей

Нассипоя

Лиры

Геркулес

Дракон

Малая Медведица

Северная Норона

Волопас

Змея

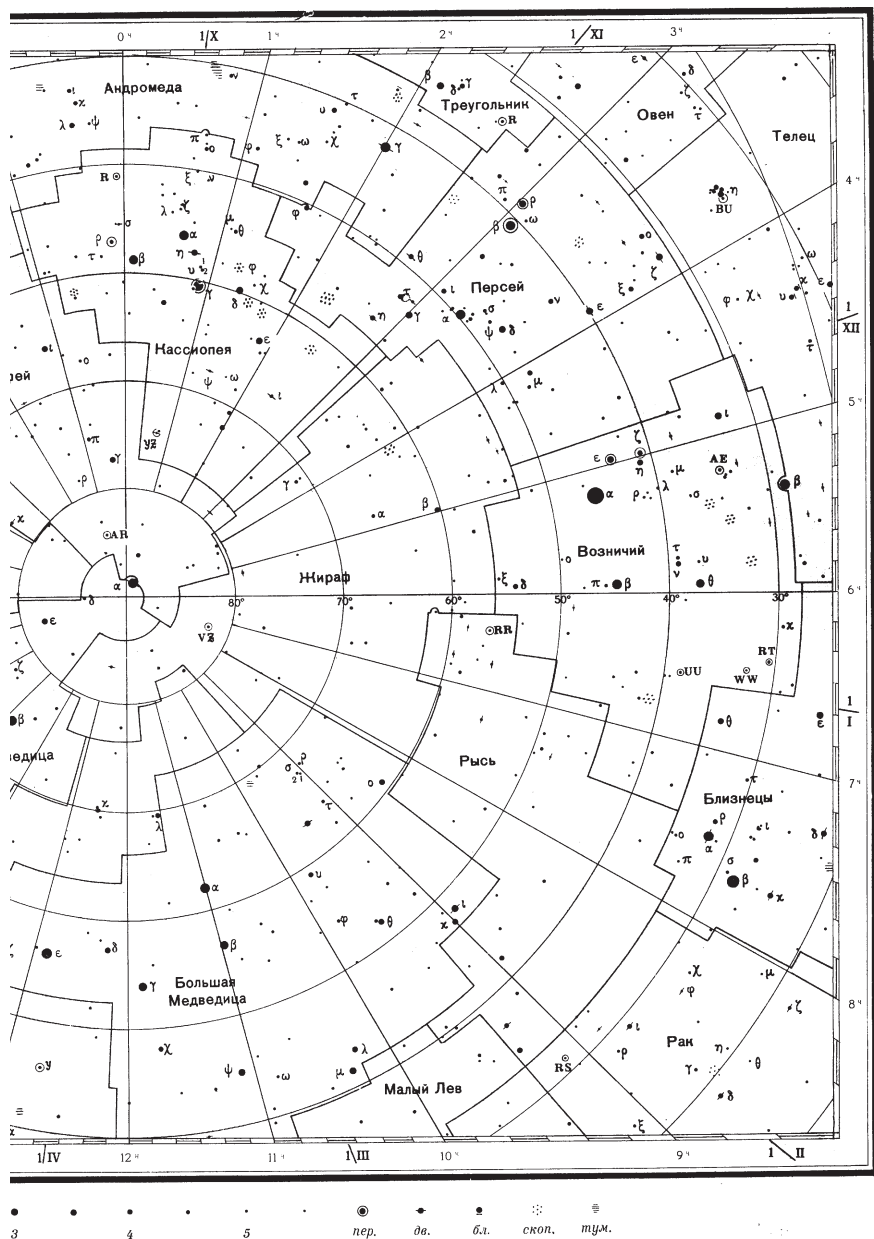
Гонимые Псы

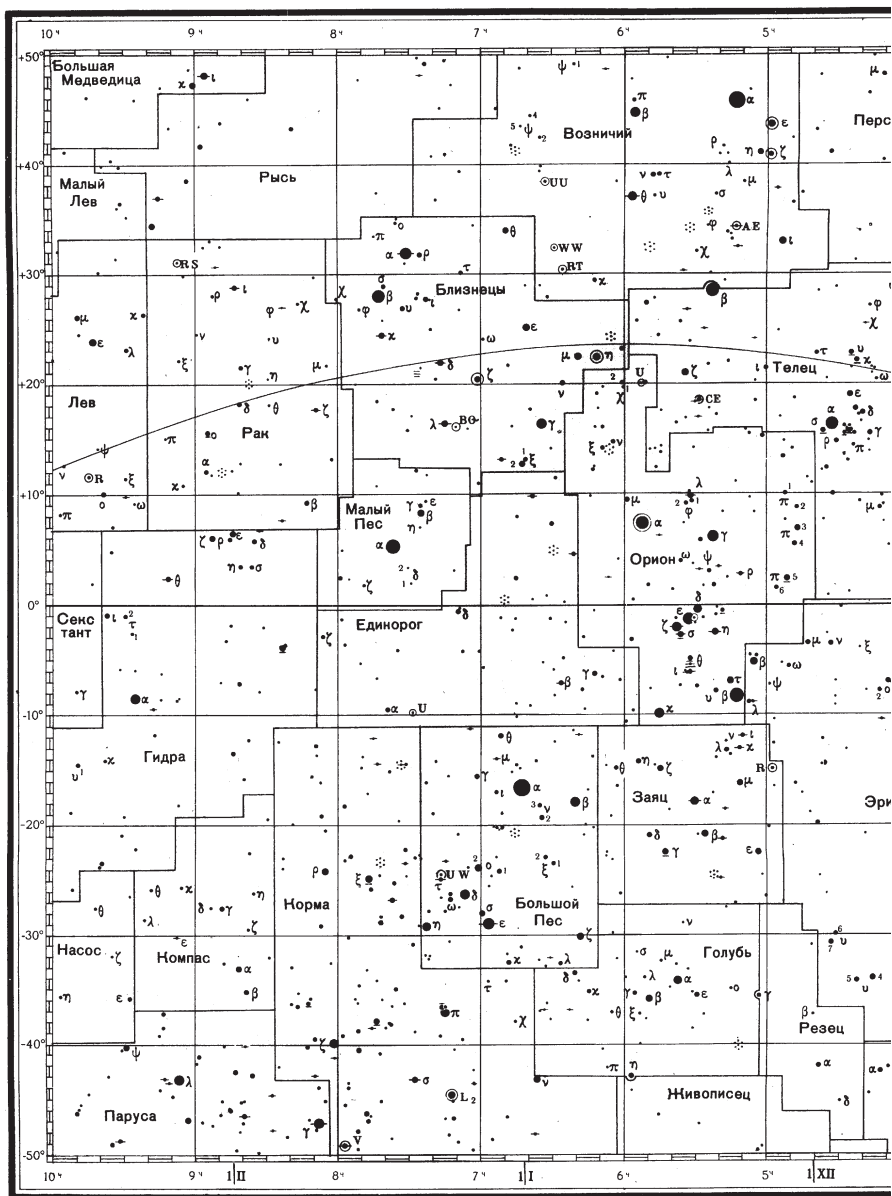
Большая Медведица

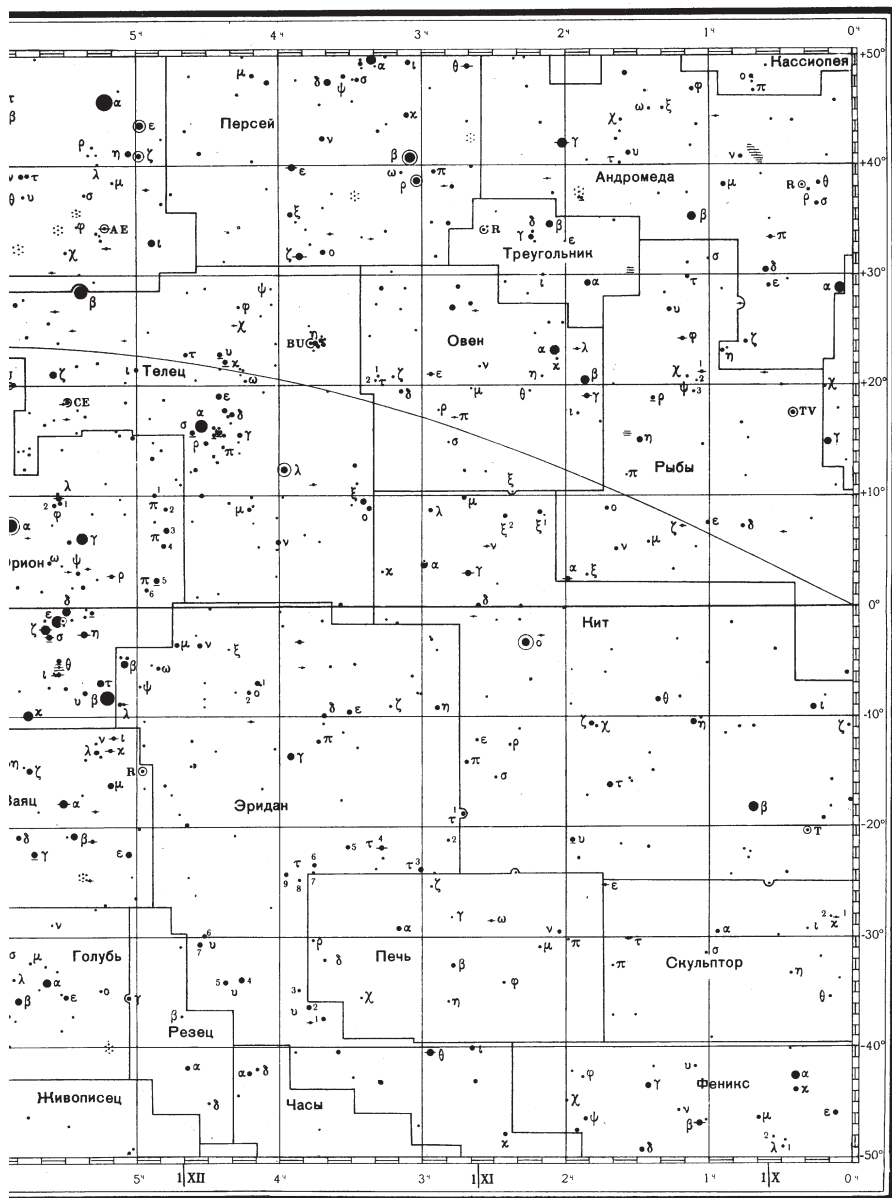
19° 18° 17° 16° 15° 14° 13° 12°

I VII I VI I/V I/IV

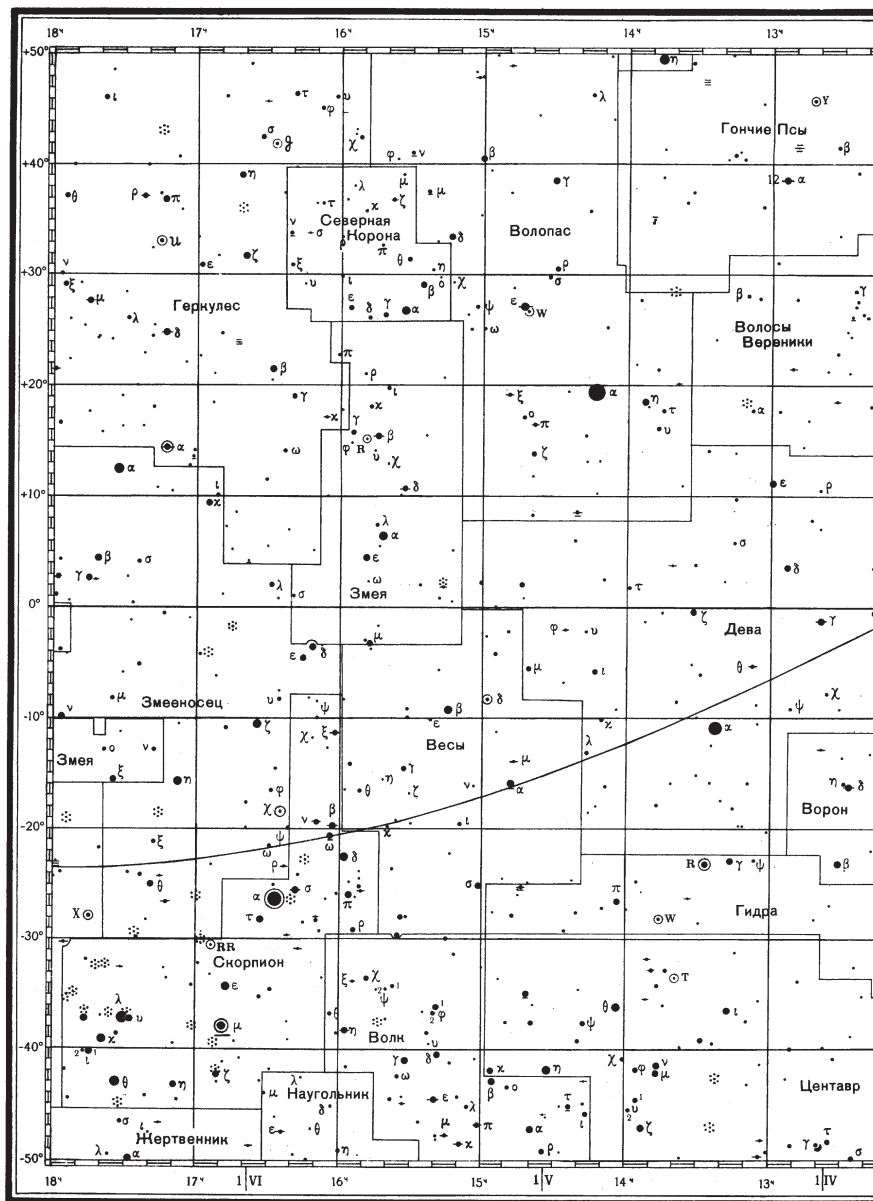




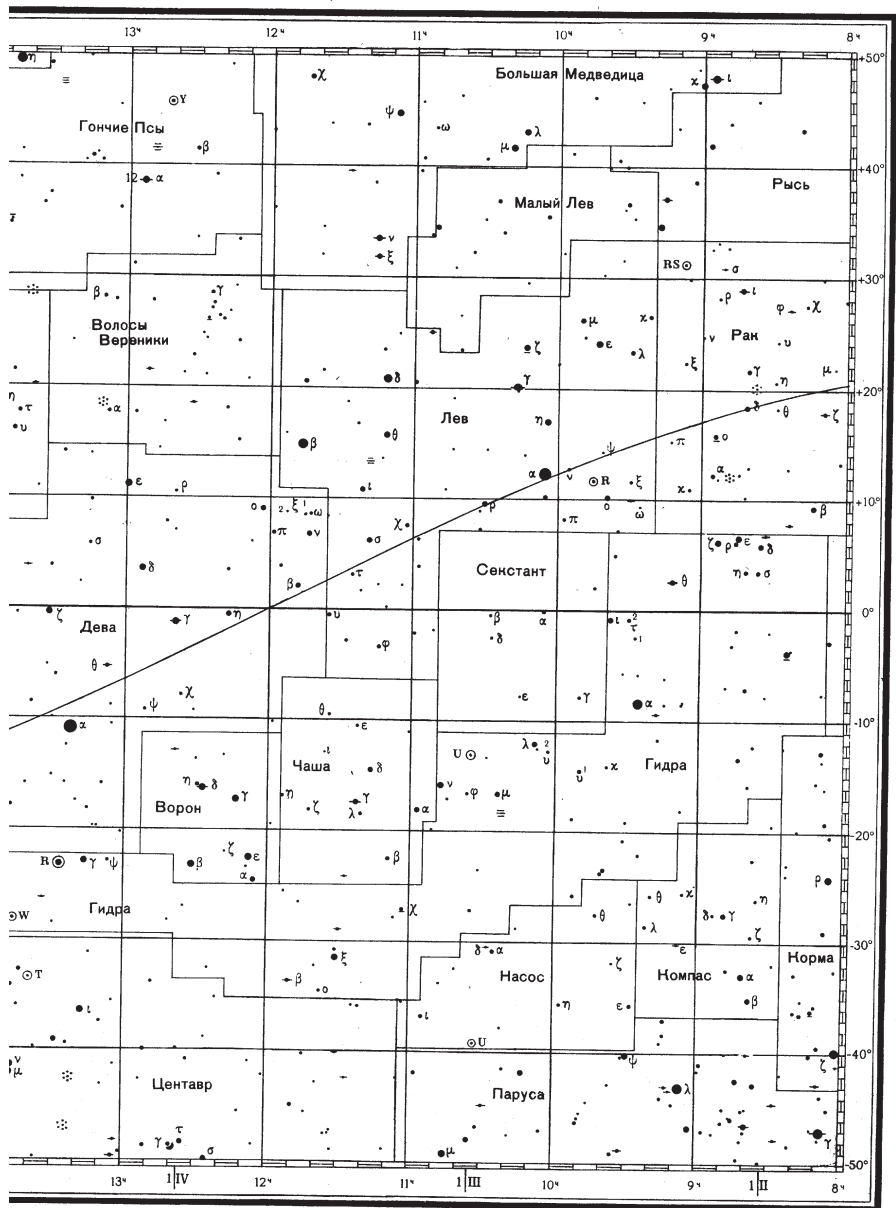




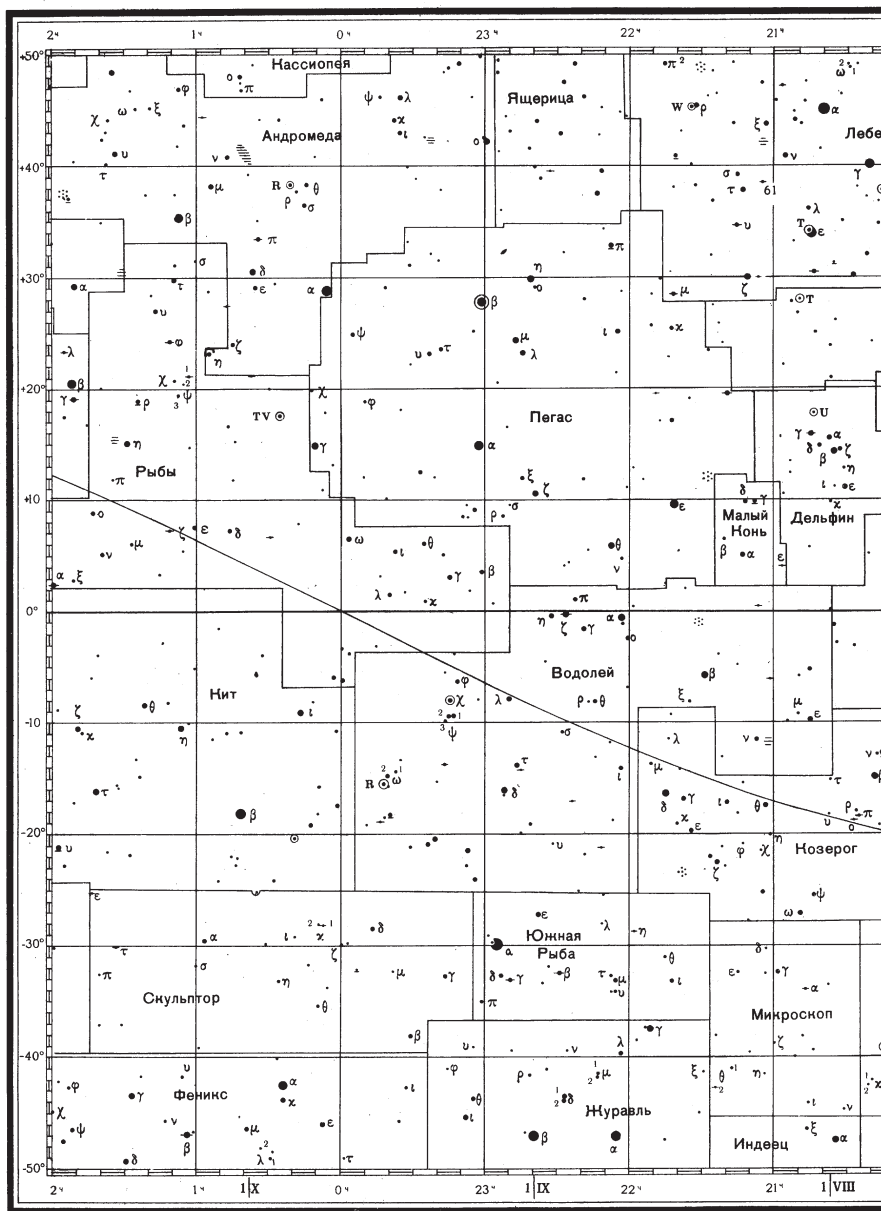
3 4 5 пер. дв. бл. скоп. тум.

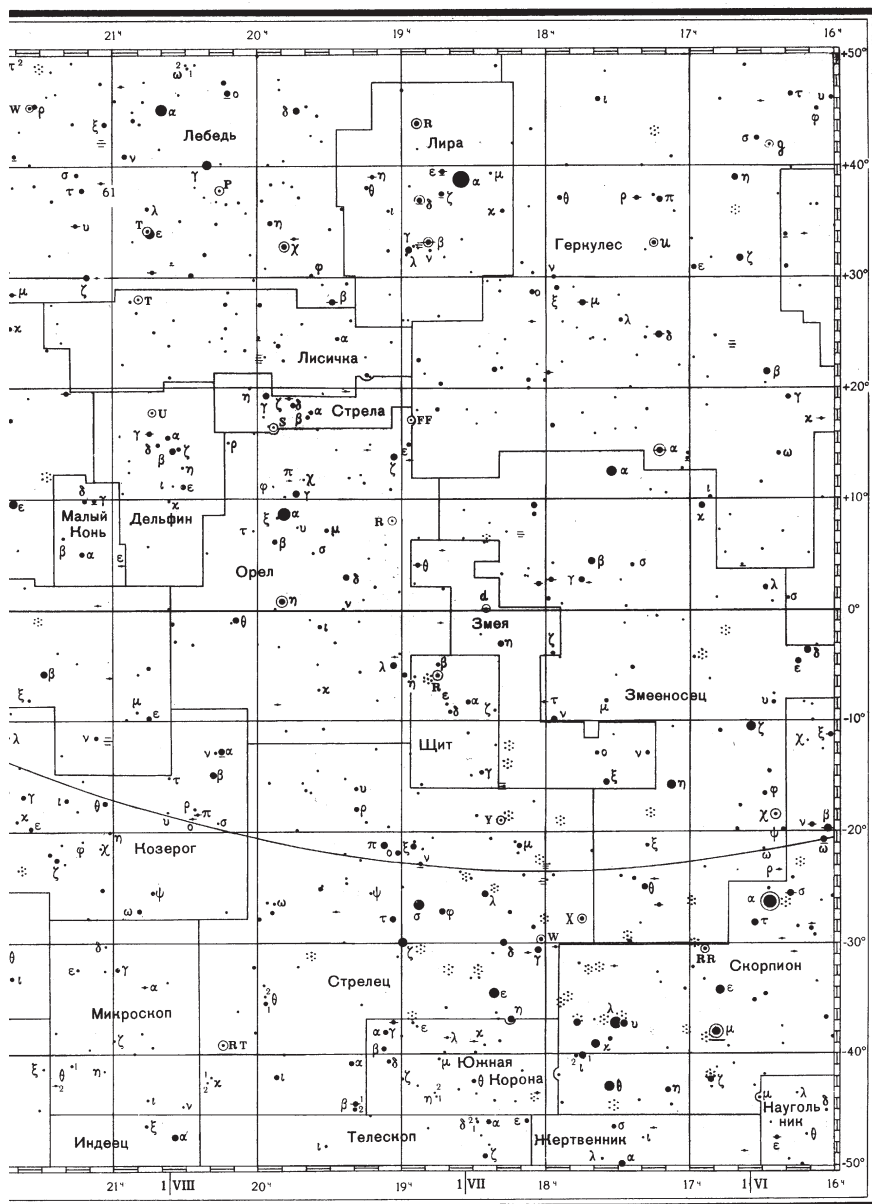


Вел. 0 1 2 3 4



• 4 • 5 ☉ пер. ♦ дв. ● бл. ☼ скоп. ☼ тум.





Одеський астрономічний календар (ОАК-2012) призначений для широкого кола читачів, починаючи з школярів та закінчуючи астрономами-професіоналами. Надані в ньому відомості згодяться 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 застосуванням астрономічних даних. Астрономи-професіонали можуть застосовувати календар як посібник-довідник.

До календаря (ОАК-2012), 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 присвячено одній з найважливіших проблем астрофізики – природі змінних зір. Йї заплановано присвятити кілька наступних випусків календаря, де ми дамо властивості змінних зір, починаючи з еволюційно наймолодших об'єктів.

Науково-популярне видання

ОДЕСЬКИЙ АСТРОНОМІЧНИЙ КАЛЕНДАР 2012

Випуск 13

Видається з 1919 року (поновлений у 1999 р.)

Збірник науково-популярних статей

Російською мовою

Зав. редакцією *Т. М. Забанова*
Технічний редактор *М. І. Кошкін*
Комп'ютерна верстка *С. Л. Страхова*
Коректори *Б. О. Мурніков, Т. І. Кабанова*

Підписано до друку 29.11.2011.

Формат 60х84/16. Папір офсетний. Гарнітура «Таймс». Друк офсетний.

Ум.-друк. арк. 15,35. Тираж 1000 прим. Вид. № _____. Зам. № _____.

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

www.astroprint.odessa.ua

Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК №1373 від 28.05.2003 р.