

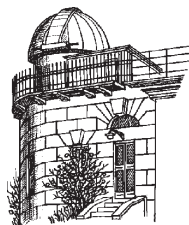
Астрономическая обсерватория  
Одесского национального университета  
имени И.И.Мечникова

# ОДЕССКИЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

## 2013



Выпуск 14  
Издается с 1919 года (возобновлен в 1999 г.)



Одесса  
“Астропринт”  
2012

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, **В. В. Ковтюх**, д-р физ.-мат. наук, **Н. И. Кошкин**, канд. физ.-мат. наук, **Т. В. Мишенина**, д-р физ.-мат. наук, **В. А. Позигун**, канд. физ.-мат. наук, **М. И. Рябов**, канд. физ.-мат. наук.

65014, г. Одесса, парк им. Т.Г.Шевченко, тел. (048)7220396, 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: 2013: [сб. науч. ст.] /**  
О-417 **Астрономическая обсерватория Одес. нац. ун-та имени И.И.Мечникова; ред.кол.: В.Г.Каретников (глав. ред.) и др. –**  
Вып. 1 (1919). – Одесса: Астропринт, 2012. – Вып. 14. – 256 с.

Одесский астрономический календарь (ОАК-2013) 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-2013), 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, находящихся на стадии эволюции гигантов, сверхгигантов и гипергигантов.

The Odessa Astronomical Calendar (OAC-2013) 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 on the stage of evolution of giants, supergiants and hypergiants.

© Одесская астрономическая обсерватория, 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

Предисловие ( <i>В.Г.Каретников</i> ) .....	4
Табель-календарь на 2013 год ( <i>Н.И.Кошкин</i> ) .....	5
Явления и главные события 2013 года ( <i>В.В.Михальчук</i> ) .....	6
История календаря: о древних календарях и археоастрономии ( <i>М.Ю.Волянская</i> ) .....	7

### СОЛНЦЕ И ЛУНА

Эфемериды Солнца и Луны ( <i>А.А.Базей</i> ) .....	12
Начало и окончание сумерек ( <i>А.А.Базей</i> ) .....	38
Затмения Солнца и Луны ( <i>В.В.Михальчук</i> ) .....	44
Диаграмма видимости планет ( <i>Н.И.Кошкин</i> ) .....	51
Фазы Луны в 2013 году ( <i>Н.И.Кошкин</i> ) .....	52

### ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Большие планеты ( <i>В.В.Михальчук, А.А.Базей</i> ) .....	53
Спутники больших планет ( <i>Н.И.Кошкин, В.В.Михальчук</i> ) .....	71
Астероиды, транснептуновые объекты и планеты-карлики ( <i>Н.И.Кошкин</i> ) .....	87
Прохождение комет через перигелий в 2013 году ( <i>К.И.Чурюмов</i> ) .....	104
Метеоры и метеорные потоки 2013 года ( <i>В.Г.Кручиненко</i> ) .....	114

### ЗВЕЗДЫ И ГАЛАКТИКИ

Яркие звезды и их видимые места ( <i>В.В.Ковтох, Н.В.Базей</i> ) .....	119
Кратные звезды: спектрально-двойные звезды ( <i>В.Г.Каретников</i> ) .....	128
Переменные звезды ( <i>И.Л.Андронов</i> ) .....	134
Наша Галактика ( <i>Т.В.Мишенина</i> ) .....	140
Мир за пределами Галактики ( <i>А.В.Ющенко</i> ) .....	149

### ПОПУЛЯРНЫЕ ОЧЕРКИ

Классификация переменных звезд гигантов и сверхгигантов ( <i>Н.Н.Самусь</i> ) ...	154
Цефеиды ( <i>Л.Н.Бердников</i> ) .....	157
Переменные звезды типа RR Лир ( <i>С.Н.Удовиченко</i> ) .....	164
Долгопериодические переменные звезды ( <i>Г.М.Рудницкий</i> ) .....	171
Переменные звезды сверхвысокой светимости ( <i>Е.Л.Ченцов</i> ) .....	177

### НОВОСТИ АСТРОНОМИИ

Новости космонавтики и астрономии ( <i>М.И.Рябов</i> ) .....	182
XII Международная Гамовская конференция-школа 2012 года ( <i>М.И.Рябов</i> ) ...	188
Школьные конференции и олимпиады ( <i>И.Л.Андронов</i> ) .....	191
Памятные даты астрономии в 2013 году ( <i>Б.А.Мурников</i> ) .....	193
100-летние юбилеи отечественных ученых ( <i>В.Г.Каретников</i> ) .....	196

### ПРИЛОЖЕНИЕ

Солнце в начале 24-го цикла активности ( <i>В.Н.Ишков</i> ) .....	218
Астрономические артефакты ( <i>В.А.Позигун, Б.А.Мурников</i> ) .....	225
В гостях у музы Урании ( <i>Т.В.Мишенина</i> ) .....	229
Абитуриентам и любителям астрономии ( <i>С.М.Андриевский</i> ) .....	233
Рекомендованные литература и интернет-ресурсы ( <i>М.И.Рябов</i> ) .....	234

### ПОСТОЯННАЯ ЧАСТЬ

Названия и обозначения созвездий и небесных тел ( <i>М.Ю.Волянская</i> ) .....	236
Основные термины и обозначения ( <i>В.Г.Каретников</i> ) .....	238
Исчисление времени и юлианских дат ( <i>В.Г.Каретников, И.Л.Андронов</i> ) .....	239
Астрономическая рефракция ( <i>В.В.Михальчук</i> ) .....	241
Расчет эфемерид для других мест ( <i>В.В.Михальчук</i> ) .....	243
Вид и карты звездного неба ( <i>Н.И.Кошкин</i> ) .....	247

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий выпуск «Одесского астрономического календаря» на 2013 год (ОАК-2013) является 14-м выпуском возрожденного одноименного издания, которое выпускалось Астрономической обсерваторией Императорского Новороссийского (ныне Одесского национального) университета в 1919-1924 годах. «ОАК-2013» предназначен для удовлетворения запросов широкого круга читателей и любителей астрономии. Цель календаря состоит в обеспечении интересующегося читателя сведениями об астрономических явлениях 2013 года, видимых невооруженным глазом, либо с применением небольших оптических приборов.

Этот выпуск продолжает традицию постоянного обновления содержания и посвящения календаря одной из важнейших проблем астрофизики – природе переменных звезд. Очерки по этим вопросам написали ученые, специалисты по этой тематике из Москвы, Одессы и Специальной астрофизической обсерватории России. 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.

Календарь ОАК-2013 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. Поэтому постоянной стала рубрика, посвященная видным астрономам бывшего СССР, которым в 2013 году исполнилось бы 100 лет. Список этих ученых в алфавитном порядке таков: Агекян Т.А., Домбровский В.А., Зельманов А.Л., Лебединский А.И., Маркарян Б.Е., Сааган Г.С., Северный А. Б., Степанов В.Е., Троицкий В.С. и Чеботарев Г.А. По договоренности с редакцией Астрономического календаря России (АК РФ) полные очерки о трех юбилярах (Агекян Т.А., Домбровский В.А., Чеботарев Г.А.) будут помещены в АК РФ, а полные очерки об остальных семи юбилярах – в нашем календаре. Здесь же в отдельном очерке будут освещены все памятные даты астрономии, которым в 2013 году исполняется 100 и более лет.

Материалы календаря подготовлены членами одесских: астрономического общества, кафедры астрономии, астрономической обсерватории. Мы благодарны нашим соавторам – сотрудникам других астрономических учреждений, приславшим свои очерки и воспоминания о видных ученых прошлого времени. Коллектив редколлегии «ОАК-2013» надеется, что данное издание найдет своего читателя и будет полезным для широкой публики. Редколлегия с благодарностью примет все замечания и предложения читателей и постарается их учесть в последующих выпусках календаря.

Адрес для переписки:

*Украина, 65014, г.Одесса, парк им. Т.Г.Шевченко,  
НИИ «Астрономическая обсерватория» ОНУ,  
редколлегии Одесского астрономического календаря,  
тел. (048)-7220396, эл.-адрес: [astro@paco.odessa.ua](mailto:astro@paco.odessa.ua)  
либо [vgkar@alpha-serv.net](mailto:vgkar@alpha-serv.net), главному редактору*

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



# 2013

## *Январь*

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

## *Февраль*

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  
Сб 2 9 16 23  
Вс 3 10 17 24

## *Март*

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 31

## *Апрель*

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

## *Май*

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

## *Июнь*

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

## *Июль*

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

## *Август*

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

## *Сентябрь*

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

## *Октябрь*

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

## *Ноябрь*

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

## *Декабрь*

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

## ЯВЛЕНИЯ И СОБЫТИЯ 2013 ГОДА

**Тропический год 2013.0 начинается 0 января 2013 года в 6ч20м (0 января 2013 года в 4ч20м по всемирному времени  $T_0$ )**

Моменты всех явлений в данном выпуске календаря приведены по киевскому (поясному) времени, действующем на территории Украины. При применении иного времени дано соответствующее указание. Киевское время  $T$  отстает от московского  $T_M$  на 2 часа, и связано с ним следующим образом:  $T = T_M - 2$  ч,  $T_M = T + 2$  ч. Если в 2013 году переход на летнее время в Украине будет отменен, моменты всех явлений в течение указанного периода следует уменьшить на 1 час.

### Начало астрономических сезонов года

Весна	Лето	Осень	Зима
20 марта	21 июня	22 сентября	21 декабря
13ч04м	7ч04м	22ч43м	19ч11м

Земля в перигелии – 2 января в 5ч16м, в афелии – 5 июля в 18ч08м

Для середины года (2013.5):

Средний угол наклона эклиптики к экватору

$\epsilon = 23^\circ 26' 15.1''$

Средняя долгота восходящего узла орбиты

$\Omega = 224.0^\circ$

Луны на эклиптике

### Астрономические явления 2013 года

#### СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ:

**25-26 апреля** – частное теневое лунное затмение, **видно в Украине.**

**9-10 мая** – кольцеобразное солнечное затмение, не видно в Украине.

**25 мая** – частное полутеневое лунное затмение, не видно в Украине.

**18-19 октября** – частное полутеневое лунное затмение, **видно в Украине.**

**3 ноября** – полное солнечное затмение, не видно в Украине.

#### СОЕДИНЕНИЯ ЯРКИХ ПЛАНЕТ:

**8 февраля** – Меркурий-Мартс, **25 февраля** – Меркурий-Мартс, **25 мая** – Меркурий-Венера, **27 мая** – Меркурий-Юпитер, **28 мая** – Венера-Юпитер, **20 июня** – Меркурий-Венера, **22 июля** – Мартс-Юпитер, **20 сентября** – Венера-Сатурн, **26 ноября** – Меркурий-Сатурн.

#### ПОЯВЛЕНИЕ КОМЕТ:

В 2013 году ожидается прохождение через перигелии **59 комет**: 2 «новые» короткопериодические впервые и 47 «старых» короткопериодических комет во второй или более раз пройдут перигелии, 4 долгопериодические кометы, 5 «гиперболических» и 1 утерянная комета, в т.ч. 4 кометы-сангрейзера, в перигелии пролетающие через корону Солнца. Три кометы будут наблюдаться невооруженным глазом – кометы ПАНСТАРПС C/2011 L4, Леммон C/2012 F6 и ИСОН C/2012 S1.

#### МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ:

Даты максимумов наиболее сильных потоков: **Квадрантиды** – 3 января, **Лириды** – 22 апреля,  **$\eta$ -Аквариды** – 5 мая,  **$\alpha$ -Каприкорниды** – 27-29 июля,  **$\delta$ -Аквариды** (южные) – 27-29 июля, **Персеиды** – 12 августа, **Дракониды** – 8 октября, **Ориониды** – 22 октября, **Тауриды** (южные) – 5 ноября, **Тауриды** (северные) – 12 ноября, **Леониды** – 17 ноября, **Геминиды** – 14 декабря, **Урсиды** – 22 декабря.

## ИСТОРИЯ КАЛЕНДАРЯ: О ДРЕВНИХ КАЛЕНДАРЯХ И АРХЕОАСТРОНОМИИ

О древних календарях мы уже писали в прошлых выпусках Одесского астрономического календаря (ОАК). В выпуске на 2004 год речь шла о Древнем Египте (конец 4 тыс. – 332 год. до н.э.), где вначале использовался лунный календарь, но затем был введен схематический гражданский солнечный из 365 дней, а лунный продолжал применяться для некоторых религиозных целей, показывая время проведения праздников. В 2005 году был рассмотрен календарь Древнего Вавилона (XIX век до н.э. – 538 год до н.э.), прекрасный образец лунного календаря, использовавшегося в странах Ближнего и Среднего Востока в ранний период истории. В ОАК за 2007 год был очерк о календаре в Древнем Китае, где помимо обычного лунно-солнечного календаря и сезонного сельскохозяйственного, широко использовался бытовой 60-летний циклический календарь, известный и в наше время. В 2010 году мы писали о календаре индийского племени Майя, создавшего наиболее развитую из древних цивилизаций Америки (2 тыс. до н.э. – XVI век н.э.). Как и древние китайцы, майя использовали несколько календарных систем, в которых современным ученым далеко не все еще ясно. Мы знаем, что сельское хозяйство Майя и повседневная жизнь регулировались солнечным календарем хааб. Были еще: полькин – особый ритуальный календарь с коротким годом в 260 дней, и календарь длинного счета, который напугал весь мир, поскольку завершение очередного большого цикла этого календаря приходилось на декабрь 2012 года.

Но интересным является вопрос: когда был создан самый древний календарь? И что возникло раньше: письменность в самом примитивном ее виде или самые простые календарные системы? Исследованием этих и многих других подобных тем занимается наука археoaстрономия. Это сравнительно молодая наука, которая изучает астрономические представления людей древности, исследуя археологические памятники и древние артефакты, древние рисунки – петроглифы, а также фольклорные и этнографические данные. Археoaстрономы в своей работе используют результаты, уже полученные археологией и астрономией, историей, этнологией, лингвистикой, палеоклиматологией и другими науками. Учеными изучаются предметы, найденные на местах стоянок древнего человека.

Во многих случаях предметы эти покрыты несложным орнаментом. Иногда орнамент можно расшифровать как календарную пиктограмму. Например, в 60-х годах XX века на стоянке Мезин у реки Десны вблизи Чернигова был обнаружен браслет, вырезанный из бивня мамонта. Изучение насечек на нем позволило исследователю Б.Фро-



лову сделать вывод, что браслет представляет собой наручный лунный календарь. Американский писатель А.Маршак почти в то же время нашел календарные мотивы в наскальных рисунках пещер в Испании (7 тыс.лет до н.э.). А в 1972 году в Сибири на месте поселения палеолита в окрестностях города Ачинск был найден жезл из бивня мамонта со сложным орнаментом в виде системы лунок. Расшифровка орнамента "ачинского жезла" выявила его календарный характер. На основании изучения такого и подобных артефактов делается вывод, что использование древним человеком некой календарной системы можно считать установленным еще в каменном веке, до изобретения письменности, появление которой по данным современной науки совпадает с окончанием каменного века – неолита (3-е тыс. до н.э.).

Археoaстрономы исследуют также мегалитические строения. Мегалиты – доисторические сооружения из больших обтесанных каменных блоков, соединенных друг с другом без применения цемента или известкового раствора. Одиноко стоящий камень называется менгиром. Мегалиты распространены во всем мире преимущественно в приморских областях. Они бывают разнообразных видов: это и так называемые дольмены – камеры из стоящих вертикально обтесанных монолитов, на которых покоится один или несколько плоских камней в виде крыши. Многие дольмены содержат останки погребенных внутри них людей. Есть мегалиты в виде коридорных гробниц и гробниц в форме галерей из рядов камер. В XX-м веке существовало мнение, что все мегалиты принадлежат к одной глобальной мегалитической структуре, однако современные исследования опровергли это. Для первобытных людей строительство таких больших сооружений представляло собой сложную задачу и требовало объединения усилий многих людей. По-видимому, эти сооружения играли важную роль в их жизни.

Для археоaстрономии представляют интерес отдельно стоящие или объединенные в группы менгиры и каменные круги – кромлехи, которые можно интерпретировать как астрономические устройства для наблюдений за Солнцем и Луной. Они, как правило, являются менее древними, чем мегалитические погребения. Одним из самых известных археологических памятников является знаменитый английский Стоунхендж ( Stonehenge), внесенный в список Всемирного наследия Юнеско. Стоунхендж – это каменное мегалитическое сооружение (кромлех) на Солсберийской равнине примерно в 130 км к юго-западу от

Лондона. Он состоит из земляных сооружений, окружающих кольцевые и подковообразные конструкции из многотонных менгиров. Камни – это валуны песчаника (сарсена) и голубые камни (bluestone), последние привезены издалека (ближайший каменный карьер находится в Уэльсе на расстоянии 380 км). Согласно современным исследованиям, основанным на радиоуглеродном методе, Стоунхендж был сооружен в



несколько этапов в 3020 – 2100 годах до н.э. Еще в XVIII веке было замечено, что положение камней Стоунхенджа можно увязать с астрономическими явлениями. Отечественные читатели помнят перевод на русский язык книги "Разгадка тайны Стоунхенджа" Дж.Хокинса и Дж.Уайта, в которой авторы представляют Стоунхендж как грандиозную обсерваторию каменного века. Другие исследователи считают, что это общинное сооружение для ритуальных целей, связанных с культом мертвых, но с использованием астрономических явлений при различных церемониях. В 1901-1965 годах была предпринята реставрация Стоунхенджа. Несмотря на резкую критику по этому поводу со стороны общественности (после реставрации хранитель музея Археологии признал, что "почти все камни были тем или иным образом перемещены и теперь стоят в бетоне"), Стоунхендж стал важным туристическим объектом.

В настоящее время известны сотни других аналогичных памятников. В той же Англии это Солсбери-Хилл, образующий со Стоунхенджем единый объект Всемирного наследия. Сихендж – сходное со Стоунхенджем сооружение в Северном море. Так называемый "немецкий Стоунхендж" – Гозекский круг. Имеются мегалитические сооружения не только в Европе, но и на других континентах – в Азии, в Северной и Южной Америках, в Африке. Они активно изучаются как археологами, так и астрономами.

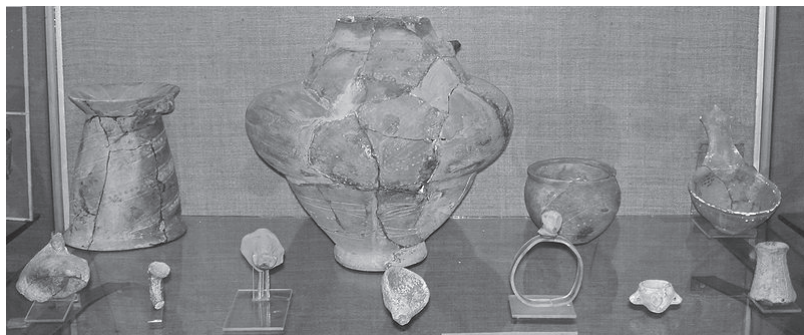
Интересно, что и на территории нашей страны были найдены остатки цивилизации эпохи энеолита (промежуточный период между каменным веком неолитом и бронзовым веком). Остановимся подробнее на ее исследовании. Цивилизация была открыта почти одновременно румынскими и украинскими археологами в самом конце XIX века. По названиям местностей, где были произведены первые археологические находки, в мировой науке она известна как культура Кукутени-Триполье (Cucuteni-Trypillian culture). Эпоха этой древнейшей цивилизации охватывает период времени с пятого по третье тысячелетие до нашей эры и, как показали исследования, эта культура располагалась на территориях современных Румынии, Молдовы и Украины.

По-видимому, это была первая земледельческая цивилизация в истории человечества, достигшая высокого уровня развития в земледелии, в технологиях и общественном устройстве. Селились трипольцы в основном по берегам рек (Днестр, Прут, Серет, Днепр) как небольшими поселками, так и огромными поселениями, занимавшими площади в сотни гектар и с населением в 15-20 тысяч человек (например, поселение близ села Тальянки в Черкасской области), что намного превышает размеры вавилонских и шумерских поселений. Селения обносились валом из глины в форме эллипса или круга. Жили трипольцы большими семьями в двухэтажных домах из глины, крытых соломой или камышом. Они сеяли



пшеницу, рожь, просо, ячмень, коноплю, горох, бобы. Выращивали алычу, абрикосы, виноград, разводили пчел. Занимались животноводством, отдавая предпочтение крупному рогатому скоту. В меньшей мере разводили свиней, овец, коз. Приручили собаку, имеются свидетельства одомашнивания лошадей. Выпекали хлеб в глиняных печах, использовали соль в пище и умели ее добывать. Орудия труда, охоты и рыболовства изготовлялись из камня, кости, а в более поздний период – из меди. В сельском хозяйстве использовался примитивный плуг. Вероятнее всего, отсутствовало расслоение общества, и не было государства в его теперешнем понимании. Оружие было мирного характера. Вообще люди жили мирно, в единении с окружающим их миром. Развивалось текстильное производство, но особенно – гончарное дело. И если в ранний период цивилизации изделия лепились из глины руками и не обжигались, то впоследствии был изобретен гончарный круг. Изделия подвергались обжигу, расписывались красками на основе минеральных красителей. В раскопках найдено огромное количество керамических фигурок, преимущественно женских, разнообразной посуды. Вначале в обществе господствовал матриархат, в поздний период наблюдается переход к патриархату.

При высоком уровне развития трипольской культуры естественным образом возникает вопрос об исчислении времени трипольцами, о наличии и использовании ими календаря. К сожалению, письменных источников нет, остается открытым вопрос о наличии у трипольцев письменности вообще. Некоторые исследователи отмечают зачатки письменности в некоторых символах на керамических пластинках и похожие на клинопись знаки на них. Но уверенной расшифровки этих значков нет. В таком случае остается искать ответ на вопрос в предметах материальной культуры. Наиболее обширный материал представляют скульптурные изображения и роспись посуды. Среди символов на керамических статуэтках и на предметах быта как раз значительную часть составляют изображения астрономических объектов – Солнца, Луны, звезд. Знаки Солнца: круг, концентрические круги, колесо со спицами. Кстати, использование трипольцами колеса подтверждается фигурками телеги на колесах. Тягловой силой служили быки. Знаки Луны: дуги, повернутые в разные стороны, символизирующие фазы Луны, полумесяцы рогами вверх, в том числе на скульптурных изображениях быков. Среди археологических находок имеется чарка, на которой изображены 12 знаков Луны, что прямо указывает на календарный характер



этих изображений. Это подтверждается и тем, что на многих росписях посуды, приведенных в книге известного львовского археолога Т.Ткачука, встречаются фигуры из 12 одинаковых элементов. Росписи на многих предметах имеют четко выраженный четырехчастный характер, что, по мнению исследователей, знаменует четыре особых положения Солнца (два равноденствия и два солнцестояния), четыре страны света, четыре положения светил при обходе небосвода (восход, заход и две кульминации), четыре времени года.

Трипольцы вели счет и длительным промежуткам времени. Одним из свидетельств этого может служить несколько странный, не нашедший окончательного объяснения ритуал разрушения поселения с циклом в 60-80 лет и последующего его восстановления нередко на том же самом месте и с той же ориентацией строений. Возможно, это связано с тем, что живя в гармонии с окружающим миром, трипольцы считали поселения тоже живым организмом, проходящим стадии зарождения, развития, умирания и рождения заново. Богатство археологических находок и отсутствие письменных свидетельств того времени провоцируют некоторых исследователей домысливать возможные интерпретации росписей. Например, в росписи кувшина из раскопок вблизи села Майдаецкого на Черкащине, обнаружив по окружности 30 одинаковых треугольников и четыре структуры из 12-ти точек каждая, некоторые исследователи делают вывод об использовании трипольцами года из  $12 \times 30 = 360$  дней с последующими поправками и введением дополнительного месяца (интеркаляции), открытием явления прецессии и введением календаря, превосходящего по точности григорианский! Другие, обнаружив в Винницкой области несколько необычное расположение камней на берегу реки, пытаются интерпретировать эту совокупность, как рукотворную, имеющую целью определять направления на небесные светила, то есть рассматривают ее как некую обсерваторию. При этом производится сравнение с известным мегалитическим сооружением – английским Стоунхенджем и делается вывод о точности, превосходящей результаты Стоунхенджа. Заметим, что далеко не все археологи принимают астрономическое назначение Стоунхенджа, считая его ритуальным сооружением.

В целом же можно сделать вывод, что, безусловно, трипольцы располагали некоторыми астрономическими знаниями и имели свой календарь для осуществления хозяйственных и духовных функций, необходимых для жизни. А астрономическая интерпретация объектов трипольской культуры еще ждет своих исследователей.

В заключение можно сказать с большой вероятностью, что **простейшие календарные системы возникли до изобретения письменности**. Самые древние календари появились, по-видимому, в период позднего неолита и энеолита, когда первобытные племена перешли от кочевого образа жизни охотников и "собирателей" пищи к занятию сельским хозяйством – земледелием и животноводством. Сначала это были лунные календари, но по мере того, как земледельцам становилось необходимым знать наступление сезонов солнечного года, они стали наблюдать за движением Солнца и создавать солнечные календари.

Тем читателям, кто интересуется астрономией в древности, рекомендуем прочесть статью московского астронома А.Гурштейна о зарождении Зодиака, опубликованную в журнале "Земля и Вселенная" № 5, 2011.



## 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  $\alpha$  и склонение  $\delta$ ) Солнца, отнесенные к среднему равноденствию даты, уравнение времени  $\eta$ , 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  $A_3$  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  $\alpha$  и склонение  $\delta$ ) и ее видимый геоцентрический диаметр  $d$ , приведенные в эфемеридах, не совпадают с экваториальными координатами, видимыми в данной точке поверхности Земли (топоцентрическими координатами  $\alpha'$  и  $\delta'$ ), и видимым топоцентрическим диаметром  $d'$  вследствие близости Луны к Земле. Различие между геоцентрическими координатами Луны и ее топоцентрическими координатами может достигать  $1^{\circ}$ , 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  $\varphi$  – 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  $6^\circ$ .

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  $6^\circ$  до  $12^\circ$ .

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  $12^\circ$  до  $18^\circ$ .

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 2013.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени									
	$t_v$ ч м	$t_k$ ч м	$t_s$ ч м	A °	$\alpha$ ч м с			$\delta$ ° ' "			$\eta$ м с	$S_o$ ч м с		
1	293.5	7 41	12 1	16 20	57	18 46	40.4	-23 00	09	+3 27	6 43	14	32.5	
2	294.5	7 41	12 1	16 21	57	18 51	05.1	-22 55	00	+3 55	6 47	10	32.5	
3	295.5	7 41	12 1	16 22	57	18 55	29.4	-22 49	24	+4 23	6 51	07	32.5	
4	296.5	7 41	12 2	16 23	57	18 59	53.4	-22 43	21	+4 50	6 55	03	32.5	
5	297.5	7 40	12 2	16 24	57	19 04	17.0	-22 36	50	+5 17	6 58	60	32.5	
6	298.5	7 40	12 3	16 25	57	19 08	40.1	-22 29	53	+5 44	7 02	56	32.5	
7	299.5	7 40	12 3	16 26	58	19 13	02.8	-22 22	28	+6 10	7 06	53	32.5	
8	300.5	7 40	12 4	16 28	58	19 17	25.1	-22 14	38	+6 36	7 10	50	32.5	
9	301.5	7 39	12 4	16 29	58	19 21	46.9	-22 06	21	+7 01	7 14	46	32.5	
10	302.5	7 39	12 4	16 30	58	19 26	08.1	-21 57	38	+7 25	7 18	43	32.5	
11	303.5	7 39	12 5	16 31	58	19 30	28.8	-21 48	29	+7 50	7 22	39	32.5	
12	304.5	7 38	12 5	16 32	59	19 34	48.9	-21 38	55	+8 13	7 26	36	32.5	
13	305.5	7 38	12 6	16 34	59	19 39	08.4	-21 28	55	+8 36	7 30	32	32.5	
14	306.5	7 37	12 6	16 35	59	19 43	27.3	-21 18	31	+8 58	7 34	29	32.5	
15	307.5	7 37	12 6	16 36	59	19 47	45.5	-21 07	43	+9 20	7 38	25	32.5	
16	308.5	7 36	12 7	16 38	60	19 52	03.0	-20 56	30	+9 41	7 42	22	32.5	
17	309.5	7 35	12 7	16 39	60	19 56	19.8	-20 44	53	+10 01	7 46	19	32.5	
18	310.5	7 35	12 7	16 40	60	20 00	35.9	-20 32	52	+10 21	7 50	15	32.5	
19	311.5	7 34	12 8	16 42	61	20 04	51.2	-20 20	29	+10 39	7 54	12	32.5	
20	312.5	7 33	12 8	16 43	61	20 09	05.8	-20 07	42	+10 58	7 58	08	32.5	
21	313.5	7 32	12 8	16 44	61	20 13	19.6	-19 54	33	+11 15	8 02	05	32.5	
22	314.5	7 31	12 9	16 46	62	20 17	32.7	-19 41	01	+11 31	8 06	01	32.5	
23	315.5	7 31	12 9	16 47	62	20 21	44.9	-19 27	08	+11 47	8 09	58	32.5	
24	316.5	7 30	12 9	16 49	62	20 25	56.4	-19 12	53	+12 02	8 13	54	32.5	
25	317.5	7 29	12 9	16 50	63	20 30	07.1	-18 58	17	+12 16	8 17	51	32.5	
26	318.5	7 28	12 10	16 52	63	20 34	17.0	-18 43	20	+12 29	8 21	48	32.5	
27	319.5	7 27	12 10	16 53	64	20 38	26.0	-18 28	03	+12 42	8 25	44	32.5	
28	320.5	7 25	12 10	16 54	64	20 42	34.3	-18 12	26	+12 54	8 29	41	32.5	
29	321.5	7 24	12 10	16 56	64	20 46	41.8	-17 56	29	+13 04	8 33	37	32.5	
30	322.5	7 23	12 10	16 57	65	20 50	48.4	-17 40	13	+13 15	8 37	34	32.5	
31	323.5	7 22	12 10	16 59	65	20 54	54.2	-17 23	37	+13 24	8 41	30	32.5	

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

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

2 января 5ч16м – Земля в перигелии.

Астероиды: Веста, Церера, Метис, Ирена.

Кометы: ПАНСТАРПС С/2011 L4, Леммон С/2012 F6.

19 января в 19 часов Солнце из созвездия Стрельца переходит в созвездие Козерога.

## ЛУНА. Январь 2013.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_B$	$t_K$	$t_3$	$A_B$	$A_U$	$\alpha$	$\delta$	$d$	Фаза
	ч м	ч м	ч м	-°	+°	ч м с	° '	'	
1	20 47	2 41	9 29	99	102	9 26 00	+9 42.7	30.3	0.88
2	21 53	3 26	9 55	92	96	10 13 53	+5 31.2	30.5	0.81
3	23 01	4 12	10 20	85	89	11 01 56	+1 01.0	30.9	0.72
4	-	4 58	10 46	-	82	11 50 50	-3 37.4	31.2	0.63
5	0 10	5 47	11 15	78	75	12 41 24	-8 11.9	31.6	0.52
6	1 21	6 38	11 47	72	69	13 34 25	-12 28.3	32.0	0.41
7	2 34	7 33	12 26	66	64	14 30 32	-16 09.9	32.4	0.30
8	3 47	8 32	13 12	61	60	15 29 57	-18 58.1	32.8	0.20
9	4 57	9 33	14 09	59	59	16 32 14	-20 34.8	33.0	0.11
10	5 59	10 36	15 15	59	60	17 36 10	-20 46.9	33.2	0.05
11	6 53	11 38	16 28	61	63	18 39 59	-19 30.6	33.2	0.01
12	7 38	12 37	17 44	66	68	19 42 00	-16 53.7	33.0	0.00
13	8 15	13 33	19 00	72	75	20 41 07	-13 13.2	32.7	0.02
14	8 46	14 25	20 14	79	82	21 36 59	-8 50.7	32.3	0.07
15	9 15	15 14	21 24	86	89	22 29 53	-4 07.2	31.8	0.13
16	9 41	16 01	22 32	93	97	23 20 25	+0 39.2	31.3	0.22
17	10 07	16 47	23 38	100	103	0 09 22	+5 14.4	30.8	0.31
18	10 34	17 33	-	106	-	0 57 29	+9 27.4	30.4	0.40
19	11 03	18 18	0 41	111	109	1 45 26	+13 09.8	30.0	0.50
20	11 34	19 04	1 43	115	114	2 33 43	+16 14.6	29.7	0.60
21	12 11	19 52	2 42	119	118	3 22 40	+18 35.7	29.6	0.69
22	12 52	20 39	3 37	121	120	4 12 24	+20 08.1	29.5	0.77
23	13 39	21 28	4 28	121	121	5 02 49	+20 47.7	29.5	0.84
24	14 31	22 16	5 15	120	120	5 53 36	+20 31.9	29.6	0.91
25	15 29	23 04	5 56	117	118	6 44 23	+19 20.5	29.7	0.95
26	16 30	23 52	6 32	113	115	7 34 48	+17 15.9	29.9	0.98
27	17 33	-	7 04	108	110	8 24 35	+14 23.0	30.1	1.00
28	18 39	0 38	7 33	102	104	9 13 44	+10 49.0	30.3	0.99
29	19 45	1 25	8 00	95	98	10 02 23	+6 42.9	30.6	0.97
30	20 52	2 11	8 26	88	91	10 50 58	+2 15.3	30.9	0.92
31	22 01	2 57	8 52	81	84	11 39 60	-2 22.4	31.1	0.85

5 янв.	5ч 58м - посл. четв.	Луна проходит вблизи
11	21ч 44м - новолуние	Сатурна 7 янв. 1ч 58м на 4° к югу
19	1ч 45м - перв. четв.	Венеры 10 14ч 36м на 2° сев.
27	6ч 38м - полнолуние	Меркурия 11 17ч 01м на 5° сев.
		Марса 13 14ч 04м на 6° сев.
10 янв.	12ч - перигей	Нептуна 14 20ч 16м на 6° сев.
22	13ч - апогей	Урана 17 6ч 33м на 4° сев.
		Юпитера 22 5ч 47м на 1° югу

## СОЛНЦЕ. Февраль 2013.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени											
	$t_v$ ч м	$t_k$ ч м	$t_s$ ч м	$A$ °	$\alpha$			$\delta$			$\eta$		$S_o$			$d$ '
					ч	м	с	°	'	''	м	с	ч	м	с	'
1	324.5	7 21	12 11	17 0	66	20 58	59.3	-17 06	44	+13 32	8 45	27	32.5			
2	325.5	7 20	12 11	17 2	66	21 03	03.5	-16 49	32	+13 40	8 49	23	32.5			
3	326.5	7 18	12 11	17 3	67	21 07	06.9	-16 32	02	+13 47	8 53	20	32.5			
4	327.5	7 17	12 11	17 5	67	21 11	09.6	-16 14	15	+13 53	8 57	17	32.4			
5	328.5	7 16	12 11	17 6	67	21 15	11.4	-15 56	11	+13 58	9 01	13	32.4			
6	329.5	7 14	12 11	17 8	68	21 19	12.5	-15 37	50	+14 03	9 05	10	32.4			
7	330.5	7 13	12 11	17 9	68	21 23	12.8	-15 19	13	+14 07	9 09	06	32.4			
8	331.5	7 11	12 11	17 11	69	21 27	12.3	-15 00	21	+14 09	9 13	03	32.4			
9	332.5	7 10	12 11	17 13	69	21 31	11.0	-14 41	14	+14 12	9 16	59	32.4			
10	333.5	7 9	12 11	17 14	70	21 35	09.0	-14 21	51	+14 13	9 20	56	32.4			
11	334.5	7 7	12 11	17 16	70	21 39	06.2	-14 02	15	+14 14	9 24	52	32.4			
12	335.5	7 6	12 11	17 17	71	21 43	02.5	-13 42	24	+14 14	9 28	49	32.4			
13	336.5	7 4	12 11	17 19	71	21 46	58.2	-13 22	20	+14 13	9 32	46	32.4			
14	337.5	7 2	12 11	17 20	72	21 50	53.1	-13 02	03	+14 11	9 36	42	32.4			
15	338.5	7 1	12 11	17 22	72	21 54	47.2	-12 41	33	+14 08	9 40	39	32.4			
16	339.5	6 59	12 11	17 23	73	21 58	40.6	-12 20	51	+14 05	9 44	35	32.4			
17	340.5	6 58	12 11	17 25	73	22 02	33.2	-11 59	58	+14 01	9 48	32	32.4			
18	341.5	6 56	12 11	17 26	74	22 06	25.2	-11 38	52	+13 57	9 52	28	32.4			
19	342.5	6 54	12 11	17 28	74	22 10	16.4	-11 17	36	+13 51	9 56	25	32.4			
20	343.5	6 53	12 11	17 29	75	22 14	07.0	-10 56	10	+13 46	10 00	21	32.4			
21	344.5	6 51	12 11	17 31	75	22 17	56.9	-10 34	33	+13 39	10 04	18	32.3			
22	345.5	6 49	12 11	17 32	76	22 21	46.1	-10 12	47	+13 32	10 08	15	32.3			
23	346.5	6 47	12 10	17 33	77	22 25	34.7	-9 50	51	+13 24	10 12	11	32.3			
24	347.5	6 46	12 10	17 35	77	22 29	22.7	-9 28	46	+13 15	10 16	08	32.3			
25	348.5	6 44	12 10	17 36	78	22 33	10.0	-9 06	33	+13 06	10 20	04	32.3			
26	349.5	6 42	12 10	17 38	78	22 36	56.8	-8 44	12	+12 56	10 24	01	32.3			
27	350.5	6 40	12 10	17 39	79	22 40	43.0	-8 21	43	+12 46	10 27	57	32.3			
28	351.5	6 39	12 10	17 41	79	22 44	28.7	-7 59	06	+12 35	10 31	54	32.3			

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

Астероиды: Веста, Церера, Метис, Амфитрита, Эвномия, Ирена.

Кометы: ЛИНЕАР С/2011 F1, ПАНСТАРПС С/2011 L4, Леммон С/2012 F6.

16 февраля в 7 часов Солнце переходит в созвездие Водолея.

## ЛУНА. Февраль 2013.

Дата	Для Одессы						В 0ч всемирного времени								
	$t_B$		$t_K$		$t_3$		$A_B$		$A_U$		$\alpha$	$\delta$	$d$	Фаза	
	ч	м	ч	м	ч	м	-°	+°	ч	м					с
1	23	11	3	45	9	20	74	78	12	30	07	-6	57.4	31.4	0.77
2	-	-	4	35	9	50	-	71	13	22	01	-11	16.0	31.7	0.67
3	0	22	5	27	10	26	68	66	14	16	14	-15	03.1	31.9	0.57
4	1	33	6	23	11	08	63	62	15	13	07	-18	03.0	32.2	0.45
5	2	41	7	21	11	58	60	59	16	12	31	-20	00.1	32.4	0.34
6	3	45	8	21	12	58	59	59	17	13	45	-20	42.1	32.6	0.24
7	4	41	9	21	14	05	60	61	18	15	38	-20	02.3	32.7	0.15
8	5	28	10	21	15	18	64	66	19	16	47	-18	02.7	32.7	0.07
9	6	08	11	17	16	33	69	71	20	16	05	-14	53.9	32.6	0.03
10	6	43	12	11	17	48	75	78	21	12	56	-10	52.7	32.4	0.00
11	7	13	13	02	19	01	82	86	22	07	15	-6	18.7	32.0	0.01
12	7	41	13	51	20	11	89	93	22	59	24	-1	31.1	31.6	0.04
13	8	08	14	38	21	19	96	100	23	49	54	+3	13.0	31.2	0.09
14	8	35	15	25	22	25	103	106	0	39	22	+7	39.8	30.8	0.16
15	9	04	16	11	23	28	108	111	1	28	22	+11	38.2	30.4	0.24
16	9	35	16	58	-	-	113	-	2	17	23	+14	59.9	30.0	0.33
17	10	09	17	45	0	29	117	116	3	06	42	+17	38.3	29.8	0.42
18	10	49	18	33	1	27	120	119	3	56	30	+19	28.2	29.6	0.51
19	11	33	19	21	2	20	121	120	4	46	45	+20	26.2	29.5	0.61
20	12	23	20	09	3	08	120	120	5	37	18	+20	29.8	29.6	0.70
21	13	18	20	57	3	51	118	119	6	27	53	+19	38.5	29.7	0.78
22	14	18	21	45	4	30	115	116	7	18	16	+17	53.8	29.9	0.85
23	15	20	22	32	5	03	110	112	8	08	17	+15	19.0	30.1	0.92
24	16	25	23	19	5	34	104	107	8	57	53	+11	59.7	30.4	0.96
25	17	32	-	-	6	02	98	101	9	47	12	+8	03.6	30.7	0.99
26	18	40	0	06	6	29	91	94	10	36	35	+3	40.5	31.0	1.00
27	19	50	0	53	6	56	83	87	11	26	25	-0	57.7	31.3	0.98
28	21	01	1	42	7	24	76	80	12	17	16	-5	37.7	31.6	0.95

3 фев. 15ч 56м - посл. четв.	Луна проходит вблизи	
10 9ч 20м - новолуние	Сатурна	3 фев. 12ч 44м на 4° к югу
17 22ч 31м - перв. четв.	Венеры	9 16ч 35м на 6° сев.
25 22ч26м - полнолуние	Марса	11 17ч 18м на 6° сев.
	Меркурия	11 21ч 04м на 5° сев.
7 фев. 14ч - перигей	Урана	13 19ч 34м на 4° сев.
19 9ч - апогей	Юпитера	18 12ч 19м на 2° югу

## СОЛНЦЕ. Март 2013.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени										
	$t_{\text{в}}$ ч м	$t_{\text{к}}$ ч м	$t_{\text{з}}$ ч м	$A$ °	$\alpha$			$\delta$			$\eta$		$S_{\odot}$		
1	352.5	6 37	12 9	17 42	80	22 48	13.8	-7 36	23	+12 23	10 35	50	32.3		
2	353.5	6 35	12 9	17 44	80	22 51	58.5	-7 13	32	+12 11	10 39	47	32.3		
3	354.5	6 33	12 9	17 45	81	22 55	42.7	-6 50	36	+11 59	10 43	44	32.3		
4	355.5	6 31	12 9	17 46	82	22 59	26.4	-6 27	33	+11 46	10 47	40	32.3		
5	356.5	6 29	12 9	17 48	82	23 03	09.7	-6 04	25	+11 33	10 51	37	32.3		
6	357.5	6 27	12 8	17 49	83	23 06	52.6	-5 41	12	+11 19	10 55	33	32.2		
7	358.5	6 26	12 8	17 51	83	23 10	35.1	-5 17	54	+11 05	10 59	30	32.2		
8	359.5	6 24	12 8	17 52	84	23 14	17.2	-4 54	32	+10 51	11 03	26	32.2		
9	360.5	6 22	12 8	17 54	84	23 17	59.0	-4 31	06	+10 36	11 07	23	32.2		
10	361.5	6 20	12 7	17 55	85	23 21	40.4	-4 07	36	+10 21	11 11	19	32.2		
11	362.5	6 18	12 7	17 56	85	23 25	21.5	-3 44	04	+10 05	11 15	16	32.2		
12	363.5	6 16	12 7	17 58	86	23 29	02.3	-3 20	28	+9 50	11 19	13	32.2		
13	364.5	6 14	12 7	17 59	87	23 32	42.7	-2 56	51	+9 34	11 23	09	32.2		
14	365.5	6 12	12 6	18 1	87	23 36	22.9	-2 33	11	+9 17	11 27	06	32.2		
15	366.5	6 10	12 6	18 2	88	23 40	02.9	-2 09	30	+9 01	11 31	02	32.2		
16	367.5	6 8	12 6	18 3	88	23 43	42.6	-1 45	48	+8 44	11 34	59	32.2		
17	368.5	6 6	12 6	18 5	89	23 47	22.0	-1 22	05	+8 27	11 38	55	32.1		
18	369.5	6 4	12 5	18 6	89	23 51	01.3	-0 58	21	+8 09	11 42	52	32.1		
19	370.5	6 2	12 5	18 7	90	23 54	40.4	-0 34	38	+7 52	11 46	48	32.1		
20	371.5	6 0	12 5	18 9	91	23 58	19.3	-0 10	55	+7 34	11 50	45	32.1		
21	372.5	5 59	12 4	18 10	91	0 01	58.0	+0 12	47	+7 16	11 54	42	32.1		
22	373.5	5 57	12 4	18 12	92	0 05	36.6	+0 36	28	+6 58	11 58	38	32.1		
23	374.5	5 55	12 4	18 13	92	0 09	15.2	+1 00	08	+6 40	12 02	35	32.1		
24	375.5	5 53	12 3	18 14	93	0 12	53.6	+1 23	46	+6 22	12 06	31	32.1		
25	376.5	5 51	12 3	18 16	93	0 16	32.0	+1 47	22	+6 04	12 10	28	32.1		
26	377.5	5 49	12 3	18 17	94	0 20	10.3	+2 10	55	+5 46	12 14	24	32.1		
27	378.5	5 47	12 3	18 18	95	0 23	48.6	+2 34	26	+5 28	12 18	21	32.1		
28	379.5	5 45	12 2	18 20	95	0 27	26.9	+2 57	53	+5 09	12 22	17	32.0		
29	380.5	5 43	12 2	18 21	96	0 31	05.2	+3 21	17	+4 51	12 26	14	32.0		
30	381.5	5 41	12 2	18 22	96	0 34	43.6	+3 44	38	+4 33	12 30	11	32.0		
31	382.5	6 39	13 1	19 24	97	0 38	22.1	+4 07	54	+4 15	12 34	07	32.0		

Планеты: Меркурий (утр. во 2-й пол. мес.?), Юпитер (веч.!), Сатурн (!).

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

20 марта 13ч04м – весеннее равноденствие.

Астероиды: Веста, Церера, Амфитрита, Эвномия, Ирена, Гармония.

Кометы: ЛИНЕАР С/2011 F1, ПАНСТАППС С/2011 L4, Леммон С/2012 F6.

12 марта в 8 часов Солнце переходит в созвездие Рыб.

## ЛУНА. Март 2013.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_B$	$t_K$	$t_3$	$A_B$	$A_3$	$\alpha$	$\delta$	$d$	Фаза
	ч м	ч м	ч м	-°	+°	ч м с	° '	'	
1	22 12	2 32	7 54	70	74	13 09 39	-10 04.2	31.8	0.89
2	23 24	3 24	8 29	65	68	14 04 00	-14 01.3	32.0	0.81
3	-	4 19	9 09	-	63	15 00 32	-17 12.8	32.1	0.71
4	0 33	5 16	9 56	61	60	15 59 04	-19 24.2	32.2	0.60
5	1 37	6 14	10 52	59	59	16 59 01	-20 24.1	32.3	0.49
6	2 34	7 13	11 55	60	61	17 59 23	-20 06.7	32.3	0.38
7	3 23	8 11	13 03	62	64	18 59 06	-18 33.4	32.3	0.27
8	4 05	9 06	14 15	67	69	19 57 16	-15 51.9	32.2	0.18
9	4 40	10 00	15 28	73	75	20 53 24	-12 15.5	32.1	0.10
10	5 12	10 51	16 40	79	82	21 47 24	-8 00.2	31.9	0.04
11	5 41	11 40	17 50	86	89	22 39 34	-3 23.3	31.6	0.01
12	6 08	12 28	18 59	93	96	23 30 22	+1 18.9	31.3	0.00
13	6 35	13 15	20 06	100	103	0 20 17	+5 51.3	31.0	0.02
14	7 03	14 03	21 12	106	109	1 09 49	+10 01.3	30.6	0.05
15	7 34	14 50	22 14	111	114	1 59 22	+13 38.1	30.3	0.11
16	8 07	15 37	23 14	115	117	2 49 10	+16 33.5	30.0	0.17
17	8 45	16 25	-	118	-	3 39 18	+18 41.4	29.8	0.25
18	9 28	17 13	0 09	120	120	4 29 43	+19 57.6	29.6	0.34
19	10 15	18 01	1 00	120	120	5 20 13	+20 19.9	29.6	0.43
20	11 08	18 49	1 45	119	119	6 10 36	+19 48.0	29.6	0.53
21	12 05	19 36	2 25	116	117	7 00 41	+18 23.2	29.7	0.62
22	13 05	20 23	3 00	112	114	7 50 20	+16 08.4	29.9	0.71
23	14 09	21 10	3 32	107	109	8 39 37	+13 08.1	30.2	0.80
24	15 14	21 57	4 01	100	103	9 28 45	+9 28.3	30.6	0.87
25	16 22	22 44	4 29	94	97	10 18 04	+5 16.8	31.0	0.93
26	17 32	23 33	4 56	86	90	11 08 03	+0 43.7	31.4	0.97
27	18 43	-	5 24	79	83	11 59 15	-3 58.3	31.8	1.00
28	19 56	0 23	5 54	73	76	12 52 11	-8 34.1	32.1	0.99
29	21 10	1 16	6 28	67	70	13 47 17	-12 46.1	32.3	0.97
30	22 22	2 12	7 08	62	65	14 44 42	-16 15.9	32.5	0.91
31	-	4 10	8 54	-	61	15 44 10	-18 46.5	32.5	0.84

4 мар.	23ч 53м - посл. четв.	Луна проходит вблизи
11	21ч 51м - новолуние	Сатурна 2 мар. 16ч 45м на 4° к югу
19	19ч 27м - перв. четв.	Нептуна 10 19ч 07м на 5° сев.
27	11ч 27м - полнолуние	Меркурия 10 23ч 44м на 2° сев.
		Венеры 11 19ч 35м на 6° сев.
6 мар.	1ч - перигей	Марса 12 18ч 37м на 4° сев.
19	5ч - апогей	Урана 13 5ч 03м на 3° сев.
31	7ч - перигей	Юпитера 18 3ч 42м на 2° югу

## СОЛНЦЕ. Апрель 2013.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени						
	$t_v$ ч м	$t_k$ ч м	$t_s$ ч м	$A$ °	$\alpha$ ч м с	$\delta$ ° ' "	$\eta$ м с	$S_o$ ч м с	$d$ '		
1	383.5	6 37	13 1	19 25	97	0 42 00.7	+4 31 06	+3 57	12 38 04	32.0	
2	384.5	6 35	13 1	19 26	98	0 45 39.4	+4 54 12	+3 39	12 42 00	32.0	
3	385.5	6 33	13 0	19 28	99	0 49 18.3	+5 17 14	+3 21	12 45 57	32.0	
4	386.5	6 31	13 0	19 29	99	0 52 57.3	+5 40 11	+3 04	12 49 53	32.0	
5	387.5	6 29	13 0	19 30	100	0 56 36.5	+6 03 01	+2 47	12 53 50	32.0	
6	388.5	6 27	13 0	19 32	100	1 00 15.9	+6 25 45	+2 29	12 57 46	32.0	
7	389.5	6 25	12 59	19 33	101	1 03 55.6	+6 48 23	+2 13	13 01 43	32.0	
8	390.5	6 23	12 59	19 35	101	1 07 35.4	+7 10 53	+1 56	13 05 40	31.9	
9	391.5	6 22	12 59	19 36	102	1 11 15.5	+7 33 17	+1 39	13 09 36	31.9	
10	392.5	6 20	12 58	19 37	102	1 14 55.9	+7 55 33	+1 23	13 13 33	31.9	
11	393.5	6 18	12 58	19 39	103	1 18 36.5	+8 17 40	+1 07	13 17 29	31.9	
12	394.5	6 16	12 58	19 40	104	1 22 17.4	+8 39 40	+0 52	13 21 26	31.9	
13	395.5	6 14	12 58	19 41	104	1 25 58.6	+9 01 30	+0 36	13 25 22	31.9	
14	396.5	6 12	12 57	19 43	105	1 29 40.2	+9 23 12	+0 21	13 29 19	31.9	
15	397.5	6 10	12 57	19 44	105	1 33 22.0	+9 44 44	+0 07	13 33 15	31.9	
16	398.5	6 9	12 57	19 45	106	1 37 04.2	+10 06 07	-0 08	13 37 12	31.9	
17	399.5	6 7	12 57	19 47	106	1 40 46.8	+10 27 19	-0 22	13 41 09	31.9	
18	400.5	6 5	12 56	19 48	107	1 44 29.7	+10 48 21	-0 35	13 45 05	31.9	
19	401.5	6 3	12 56	19 49	107	1 48 13.0	+11 09 12	-0 49	13 49 02	31.8	
20	402.5	6 1	12 56	19 51	108	1 51 56.7	+11 29 52	-1 02	13 52 58	31.8	
21	403.5	6 0	12 56	19 52	108	1 55 40.7	+11 50 21	-1 14	13 56 55	31.8	
22	404.5	5 58	12 56	19 53	109	1 59 25.2	+12 10 38	-1 26	14 00 51	31.8	
23	405.5	5 56	12 55	19 55	109	2 03 10.2	+12 30 43	-1 38	14 04 48	31.8	
24	406.5	5 54	12 55	19 56	110	2 06 55.6	+12 50 35	-1 49	14 08 44	31.8	
25	407.5	5 53	12 55	19 57	110	2 10 41.4	+13 10 15	-1 60	14 12 41	31.8	
26	408.5	5 51	12 55	19 59	111	2 14 27.7	+13 29 42	-2 10	14 16 38	31.8	
27	409.5	5 49	12 55	20 0 111	2 18 14.6	+13 48 55	-2 20	14 20 34	31.8		
28	410.5	5 48	12 55	20 1 112	2 22 01.9	+14 07 55	-2 29	14 24 31	31.8		
29	411.5	5 46	12 54	20 3 112	2 25 49.8	+14 26 41	-2 37	14 28 27	31.8		
30	412.5	5 45	12 54	20 4 113	2 29 38.2	+14 45 13	-2 46	14 32 24	31.8		

Планеты: Меркурий (утр. в нач. мес.), 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.

25-26 апреля – частное теневое лунное затмение, *видно в Украине*.

Астероиды: Веста, Церера, Амфитрита, Эвномия, Ирена, Евтерпа, Геба.

Кометы: ЛИНЕАР С/2011 F1, ПАНСТАРПС С/2011 L4, Леммон С/2012 F6.

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

18 апреля в 20 часов Солнце переходит в созвездие Овна.



## ЛУНА. Апрель 2013.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_B$	$t_K$	$t_3$	$A_B$	$A_3$	$\alpha$	$\delta$	$d$	Фаза
	ч м	ч м	ч м	-°	+°	ч м с	° '	'	
1	0 29	5 09	9 48	60	60	16 44 56	-20 05.0	32.5	0.74
2	1 29	6 08	10 49	60	60	17 45 52	-20 05.2	32.4	0.64
3	2 21	7 06	11 56	62	63	18 45 49	-18 48.7	32.3	0.52
4	3 04	8 02	13 06	66	68	19 43 52	-16 23.9	32.1	0.41
5	3 41	8 55	14 17	71	73	20 39 35	-13 04.0	31.9	0.30
6	4 13	9 46	15 27	77	80	21 33 01	-9 04.0	31.6	0.21
7	4 42	10 34	16 37	84	87	22 24 32	-4 39.4	31.4	0.13
8	5 09	11 22	17 45	90	94	23 14 41	-0 05.1	31.1	0.06
9	5 36	12 09	18 51	97	100	0 04 03	+4 25.2	30.9	0.02
10	6 04	12 55	19 57	103	107	0 53 10	+8 38.9	30.6	0.00
11	6 33	13 42	21 00	109	112	1 42 28	+12 24.9	30.3	0.00
12	7 06	14 30	22 01	114	116	2 32 11	+15 33.6	30.1	0.03
13	7 42	15 18	22 59	117	119	3 22 24	+17 57.2	29.8	0.07
14	8 23	16 06	23 51	119	120	4 12 58	+19 30.4	29.7	0.12
15	9 09	16 54	-	120	-	5 03 37	+20 10.0	29.6	0.19
16	9 59	17 42	0 39	119	120	5 54 04	+19 55.4	29.5	0.27
17	10 54	18 29	1 21	117	118	6 44 00	+18 48.1	29.6	0.36
18	11 52	19 16	1 58	113	115	7 33 18	+16 51.1	29.7	0.45
19	12 53	20 01	2 30	109	111	8 22 01	+14 09.0	29.9	0.55
20	13 57	20 47	3 00	103	106	9 10 22	+10 47.0	30.3	0.64
21	15 02	21 34	3 28	97	100	9 58 45	+6 51.6	30.7	0.74
22	16 10	22 21	3 55	90	93	10 47 44	+2 30.7	31.1	0.82
23	17 20	23 10	4 22	83	86	11 37 57	-2 05.5	31.6	0.90
24	18 33	-	4 51	76	80	12 30 06	-6 44.1	32.0	0.95
25	19 48	0 03	5 23	69	73	13 24 46	-11 08.5	32.4	0.99
26	21 03	0 58	6 01	64	67	14 22 18	-14 59.6	32.8	1.00
27	22 14	1 56	6 45	61	63	15 22 34	-17 57.1	32.9	0.98
28	23 19	2 57	7 38	60	60	16 24 51	-19 43.6	33.0	0.93
29	-	3 59	8 39	-	60	17 27 48	-20 08.5	32.9	0.86
30	0 16	4 59	9 46	61	62	18 29 53	-19 11.0	32.7	0.77

3 апр.	7ч 37м - посл. четв.	Луна проходит вблизи		
10	12ч 35м - новолуние	Нептуна	7 апр.	3ч 33м на 5° к сев.
18	15ч 31м - перв. четв.	Меркурия	8	14ч 29м на 7° сев.
25	22ч 57м - полнолуние	Урана	9	20ч 11м на 4° сев.
		Марса	10	20ч 26м на 2° сев.
16 апр.	1ч - апогей	Венеры	10	23ч 44м на 3° сев.
27	23ч - перигей	Юпитера	14	23ч 43м на 3° югу

## СОЛНЦЕ. Май 2013.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени								
	$t_v$	$t_k$	$t_s$	$A$	$\alpha$			$\delta$		$\eta$	$S_o$		$d$
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ' "	° ' "	м с	ч м с	'			
1	413.5	5 43	12 54	20 5	113	2 33	27.1	+15 03	30	-2 53	14 36	20	31.7
2	414.5	5 41	12 54	20 7	114	2 37	16.6	+15 21	32	-3 00	14 40	17	31.7
3	415.5	5 40	12 54	20 8	114	2 41	06.7	+15 39	19	-3 07	14 44	13	31.7
4	416.5	5 38	12 54	20 9	114	2 44	57.3	+15 56	51	-3 13	14 48	10	31.7
5	417.5	5 37	12 54	20 11	115	2 48	48.5	+16 14	07	-3 18	14 52	07	31.7
6	418.5	5 36	12 54	20 12	115	2 52	40.2	+16 31	06	-3 23	14 56	03	31.7
7	419.5	5 34	12 54	20 13	116	2 56	32.6	+16 47	50	-3 27	15 00	00	31.7
8	420.5	5 33	12 54	20 14	116	3 00	25.5	+17 04	16	-3 31	15 03	56	31.7
9	421.5	5 31	12 54	20 16	117	3 04	19.0	+17 20	25	-3 34	15 07	53	31.7
10	422.5	5 30	12 53	20 17	117	3 08	13.1	+17 36	17	-3 36	15 11	49	31.7
11	423.5	5 29	12 53	20 18	117	3 12	07.8	+17 51	51	-3 38	15 15	46	31.7
12	424.5	5 27	12 53	20 20	118	3 16	03.0	+18 07	08	-3 39	15 19	42	31.7
13	425.5	5 26	12 53	20 21	118	3 19	58.8	+18 22	05	-3 40	15 23	39	31.7
14	426.5	5 25	12 53	20 22	119	3 23	55.2	+18 36	45	-3 40	15 27	36	31.6
15	427.5	5 24	12 53	20 23	119	3 27	52.1	+18 51	05	-3 40	15 31	32	31.6
16	428.5	5 22	12 53	20 24	119	3 31	49.6	+19 05	07	-3 39	15 35	29	31.6
17	429.5	5 21	12 53	20 26	120	3 35	47.6	+19 18	48	-3 38	15 39	25	31.6
18	430.5	5 20	12 53	20 27	120	3 39	46.1	+19 32	11	-3 36	15 43	22	31.6
19	431.5	5 19	12 54	20 28	120	3 43	45.2	+19 45	13	-3 33	15 47	18	31.6
20	432.5	5 18	12 54	20 29	121	3 47	44.8	+19 57	55	-3 30	15 51	15	31.6
21	433.5	5 17	12 54	20 30	121	3 51	44.9	+20 10	16	-3 27	15 55	11	31.6
22	434.5	5 16	12 54	20 31	121	3 55	45.6	+20 22	17	-3 22	15 59	08	31.6
23	435.5	5 15	12 54	20 33	122	3 59	46.8	+20 33	57	-3 18	16 03	05	31.6
24	436.5	5 14	12 54	20 34	122	4 03	48.4	+20 45	15	-3 13	16 07	01	31.6
25	437.5	5 13	12 54	20 35	122	4 07	50.6	+20 56	13	-3 07	16 10	58	31.6
26	438.5	5 12	12 54	20 36	123	4 11	53.3	+21 06	48	-3 01	16 14	54	31.6
27	439.5	5 12	12 54	20 37	123	4 15	56.4	+21 17	02	-2 54	16 18	51	31.6
28	440.5	5 11	12 54	20 38	123	4 20	00.1	+21 26	54	-2 47	16 22	47	31.6
29	441.5	5 10	12 54	20 39	123	4 24	04.2	+21 36	23	-2 40	16 26	44	31.6
30	442.5	5 9	12 55	20 40	124	4 28	08.7	+21 45	30	-2 32	16 30	40	31.6
31	443.5	5 9	12 55	20 41	124	4 32	13.7	+21 54	14	-2 23	16 34	37	31.6

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

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

9-10 мая – кольцеобразное солнечное затмение, не видно в Украине.

25 мая – частное полутеневое лунное затмение, не видно в Украине.

Астероиды: Ирена, Геба.

Кометы: ЛИНЕАР С/2011 F1, ПАНСТАРПС С/2011 L4, Леммон С/2012 F6.

Метеоры:  $\eta$ -Аквариды (5 мая, 40-85 метеоров в час).

14 мая в 10 часов Солнце переходит в созвездие Тельца.

## ЛУНА. Май 2013.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_B$	$t_K$	$t_3$	$A_B$	$A_3$	$\alpha$	$\delta$	$d$	Фаза
	ч м	ч м	ч м	-°	+°	ч м с	° '	'	
1	1 03	5 57	10 57	64	66	19 29 48	-16 59.5	32.4	0.67
2	1 43	6 52	12 09	69	72	20 26 54	-13 48.9	32.1	0.55
3	2 16	7 43	13 19	75	78	21 21 07	-9 55.8	31.7	0.44
4	2 46	8 32	14 28	82	85	22 12 52	-5 36.9	31.4	0.34
5	3 13	9 20	15 36	88	92	23 02 49	-1 06.9	31.1	0.24
6	3 40	10 06	16 42	95	98	23 51 40	+3 21.1	30.8	0.16
7	4 07	10 52	17 47	101	105	0 40 07	+7 35.7	30.5	0.09
8	4 35	11 38	18 50	107	110	1 28 42	+11 26.4	30.2	0.04
9	5 06	12 25	19 52	112	114	2 17 48	+14 43.8	30.0	0.01
10	5 40	13 12	20 50	116	118	3 07 33	+17 19.7	29.8	0.00
11	6 19	14 00	21 45	119	120	3 57 54	+19 07.5	29.6	0.01
12	7 03	14 49	22 34	120	120	4 48 34	+20 02.9	29.5	0.04
13	7 52	15 37	23 18	120	119	5 39 08	+20 04.1	29.5	0.08
14	8 46	16 24	23 57	118	116	6 29 13	+19 12.1	29.5	0.14
15	9 42	17 10	-	115	-	7 18 32	+17 30.0	29.5	0.21
16	10 42	17 56	0 30	111	112	8 07 00	+15 02.5	29.7	0.29
17	11 43	18 41	1 01	105	108	8 54 46	+11 55.3	29.9	0.38
18	12 46	19 26	1 29	100	102	9 42 10	+8 14.6	30.2	0.48
19	13 51	20 11	1 55	93	96	10 29 46	+4 07.6	30.6	0.58
20	14 58	20 58	2 21	86	90	11 18 16	-0 17.5	31.1	0.68
21	16 08	21 48	2 49	79	83	12 08 25	-4 50.5	31.6	0.78
22	17 21	22 41	3 19	73	76	13 01 01	-9 18.2	32.1	0.86
23	18 36	23 38	3 53	67	70	13 56 44	-13 23.8	32.6	0.93
24	19 50	-	4 33	62	65	14 55 52	-16 47.3	33.0	0.98
25	21 01	0 38	5 22	60	61	15 58 04	-19 08.0	33.2	1.00
26	22 03	1 41	6 20	60	60	17 02 15	-20 09.2	33.3	0.99
27	22 57	2 44	7 27	63	61	18 06 41	-19 43.0	33.3	0.95
28	23 41	3 46	8 40	67	64	19 09 34	-17 53.6	33.0	0.88
29	-	4 44	9 54	-	69	20 09 38	-14 54.9	32.7	0.80
30	0 18	5 38	11 07	73	76	21 06 22	-11 06.0	32.3	0.70
31	0 49	6 29	12 19	79	83	21 59 60	-6 46.5	31.8	0.59
2 мая	14ч 14м	- посл. четв.			Луна проходит вблизи				
10	3ч 28м	- новолуние			Нептуна	4 мая	12ч 12м	на 5° к сев.	
18	7ч 35м	- перв. четв.			Урана	7	2ч 57м	на 3° сев.	
25	7ч 25м	- полнолуние			Марса	9	19ч 28м	на 0.1° югу	
31	21ч 58м	- посл. четв.			Меркурия	9	23ч 58м	на 0.5° югу	
					Юпитера	12	17ч 42м	на 3° югу	
13 мая	17ч	- апогей			Сатурна	23	13ч 14м	на 4° югу	
26	5ч	- перигей			Нептуна	14	0ч 47м	на 6° сев.	

## СОЛНЦЕ. Июнь 2013.

Дата J.D. 2456	Для Одессы					В 0ч всемирного времени						
	$t_v$	$t_k$	$t_s$	$A$	$\alpha$	$\delta$	$\eta$	$S_o$	$d'$			
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ' "	м с	ч м с	'			
1	444.5	5 8	12 55	20 42	124	4 36 19.2	+22 02 36	-2 14	16 38 34	31.5		
2	445.5	5 7	12 55	20 43	124	4 40 25.1	+22 10 34	-2 05	16 42 30	31.5		
3	446.5	5 7	12 55	20 43	125	4 44 31.3	+22 18 09	-1 55	16 46 27	31.5		
4	447.5	5 6	12 55	20 44	125	4 48 38.0	+22 25 21	-1 45	16 50 23	31.5		
5	448.5	5 6	12 55	20 45	125	4 52 45.0	+22 32 09	-1 35	16 54 20	31.5		
6	449.5	5 6	12 56	20 46	125	4 56 52.3	+22 38 34	-1 24	16 58 16	31.5		
7	450.5	5 5	12 56	20 47	125	5 01 00.0	+22 44 35	-1 13	17 02 13	31.5		
8	451.5	5 5	12 56	20 47	125	5 05 08.0	+22 50 12	-1 01	17 06 09	31.5		
9	452.5	5 5	12 56	20 48	126	5 09 16.2	+22 55 24	-0 50	17 10 06	31.5		
10	453.5	5 4	12 56	20 49	126	5 13 24.7	+23 00 13	-0 38	17 14 03	31.5		
11	454.5	5 4	12 57	20 49	126	5 17 33.4	+23 04 37	-0 26	17 17 59	31.5		
12	455.5	5 4	12 57	20 50	126	5 21 42.3	+23 08 37	-0 13	17 21 56	31.5		
13	456.5	5 4	12 57	20 50	126	5 25 51.4	+23 12 12	-0 01	17 25 52	31.5		
14	457.5	5 4	12 57	20 51	126	5 30 00.6	+23 15 23	+0 12	17 29 49	31.5		
15	458.5	5 4	12 57	20 51	126	5 34 10.0	+23 18 09	+0 25	17 33 45	31.5		
16	459.5	5 4	12 58	20 52	126	5 38 19.4	+23 20 31	+0 37	17 37 42	31.5		
17	460.5	5 4	12 58	20 52	126	5 42 28.9	+23 22 28	+0 50	17 41 38	31.5		
18	461.5	5 4	12 58	20 53	126	5 46 38.4	+23 24 00	+1 03	17 45 35	31.5		
19	462.5	5 4	12 58	20 53	126	5 50 48.0	+23 25 07	+1 16	17 49 32	31.5		
20	463.5	5 4	12 59	20 53	126	5 54 57.6	+23 25 50	+1 29	17 53 28	31.5		
21	464.5	5 4	12 59	20 53	126	5 59 07.1	+23 26 07	+1 42	17 57 25	31.5		
22	465.5	5 4	12 59	20 54	126	6 03 16.7	+23 26 00	+1 55	18 01 21	31.5		
23	466.5	5 5	12 59	20 54	126	6 07 26.1	+23 25 29	+2 08	18 05 18	31.5		
24	467.5	5 5	12 59	20 54	126	6 11 35.5	+23 24 32	+2 21	18 09 14	31.5		
25	468.5	5 5	13 0	20 54	126	6 15 44.8	+23 23 11	+2 34	18 13 11	31.5		
26	469.5	5 6	13 0	20 54	126	6 19 54.0	+23 21 25	+2 47	18 17 07	31.5		
27	470.5	5 6	13 0	20 54	126	6 24 03.0	+23 19 14	+2 59	18 21 04	31.5		
28	471.5	5 7	13 0	20 54	126	6 28 11.9	+23 16 39	+3 11	18 25 01	31.5		
29	472.5	5 7	13 0	20 54	126	6 32 20.6	+23 13 39	+3 24	18 28 57	31.5		
30	473.5	5 8	13 1	20 54	126	6 36 29.2	+23 10 15	+3 35	18 32 54	31.5		

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

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

21 июня 7ч04м – летнее солнцестояние.

Астероиды: Геба, Флора, Юнона, Ирис.

Кометы: ПАНСТАППС С/2011 L4, Леммон С/2012 F6, Брюингтон 154Р.

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

21 июня в 16 часов Солнце переходит в созвездие Близнецов.

## ЛУНА. Июнь 2013.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_B$	$t_K$	$t_3$	$A_B$	$A_3$	$\alpha$	$\delta$	$d$	Фаза
	ч м	ч м	ч м	-°	+°	ч м с	° '	'	
1	1 18	7 18	13 28	86	90	22 51 08	-2 13.8	31.4	0.48
2	1 45	8 04	14 35	93	96	23 40 34	+2 17.9	30.9	0.37
3	2 11	8 50	15 40	99	103	0 29 04	+6 36.9	30.6	0.28
4	2 39	9 36	16 43	105	108	1 17 20	+10 33.3	30.3	0.19
5	3 09	10 22	17 45	110	113	2 05 54	+13 58.3	30.0	0.12
6	3 41	11 09	18 44	115	117	2 55 04	+16 44.3	29.8	0.06
7	4 19	11 57	19 40	118	119	3 44 56	+18 44.8	29.6	0.03
8	5 01	12 45	20 31	120	120	4 35 18	+19 54.6	29.5	0.00
9	5 48	13 33	21 17	120	119	5 25 51	+20 11.0	29.4	0.00
10	6 39	14 21	21 57	119	117	6 16 07	+19 33.8	29.4	0.02
11	7 35	15 07	22 32	116	114	7 05 42	+18 05.4	29.4	0.05
12	8 34	15 53	23 04	112	110	7 54 23	+15 50.2	29.5	0.10
13	9 34	16 38	23 32	107	104	8 42 08	+12 54.4	29.7	0.16
14	10 35	17 22	23 59	102	99	9 29 11	+9 24.7	29.9	0.24
15	11 38	18 06	-	96	-	10 15 58	+5 28.5	30.2	0.33
16	12 43	18 51	0 24	89	92	11 03 06	+1 13.6	30.6	0.43
17	13 50	19 38	0 50	82	86	11 51 20	-3 11.1	31.0	0.53
18	14 59	20 28	1 18	76	79	12 41 28	-7 35.0	31.5	0.64
19	16 11	21 21	1 49	70	73	13 34 19	-11 44.6	32.0	0.74
20	17 24	22 19	2 25	64	67	14 30 32	-15 23.3	32.5	0.83
21	18 36	23 20	3 08	61	63	15 30 20	-18 12.0	33.0	0.91
22	19 43	-	4 01	60	60	16 33 14	-19 51.2	33.3	0.97
23	20 43	0 23	5 03	61	60	17 37 55	-20 06.6	33.5	1.00
24	21 32	1 26	6 14	65	62	18 42 35	-18 53.8	33.4	0.99
25	22 14	2 28	7 30	70	67	19 45 26	-16 20.6	33.3	0.96
26	22 49	3 26	8 46	76	73	20 45 19	-12 44.3	32.9	0.90
27	23 20	4 21	10 02	83	79	21 41 55	-8 26.6	32.5	0.82
28	23 48	5 12	11 14	90	87	22 35 32	-3 48.4	32.0	0.73
29	-	6 01	12 23	-	94	23 26 49	+0 52.3	31.5	0.63
30	0 16	6 48	13 30	97	100	0 16 34	+5 21.6	31.0	0.52

8 июня 18ч 56м - новолуние	Луна проходит вблизи
16 20ч 24м - перв. четв.	Урана 3 июня 12ч 17м на 3° к сев.
23 14ч 32м - полнолуние	Марса 7 18ч 22м на 2° югу
30 7ч 54м - посл. четв.	Юпитера 9 11ч 20м на 4° югу
	Венеры 10 15ч 13м на 6° югу
10 июня 1ч - апогей	Меркурия 11 2ч 56м на 7° югу
23 14ч - перигей	Сатурна 19 20ч 56м на 4° югу
	Нептуна 27 23ч 54м на 5° сев.

## СОЛНЦЕ. Июль 2013.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени															
	$t_v$ ч м	$t_k$ ч м	$t_s$ ч м	$A$ °	$\alpha$			$\delta$		$\eta$	$S_o$			$d$ '						
	ч	м	ч	м	ч	м	с	°	'	''	м	с	ч	м	с					
1	474.5	5	8	13	1	20	54	126	6	40	37.5	+23	06	26	+3	47	18	36	50	31.5
2	475.5	5	9	13	1	20	53	126	6	44	45.5	+23	02	13	+3	59	18	40	47	31.5
3	476.5	5	9	13	1	20	53	126	6	48	53.4	+22	57	36	+4	10	18	44	43	31.5
4	477.5	5	10	13	1	20	53	125	6	53	00.9	+22	52	34	+4	21	18	48	40	31.5
5	478.5	5	11	13	2	20	53	125	6	57	08.1	+22	47	09	+4	32	18	52	36	31.5
6	479.5	5	11	13	2	20	52	125	7	01	15.0	+22	41	20	+4	42	18	56	33	31.5
7	480.5	5	12	13	2	20	52	125	7	05	21.6	+22	35	08	+4	52	19	00	30	31.5
8	481.5	5	13	13	2	20	51	125	7	09	27.8	+22	28	32	+5	02	19	04	26	31.5
9	482.5	5	14	13	2	20	51	125	7	13	33.6	+22	21	33	+5	11	19	08	23	31.5
10	483.5	5	15	13	2	20	50	124	7	17	38.9	+22	14	10	+5	20	19	12	19	31.5
11	484.5	5	15	13	3	20	50	124	7	21	43.9	+22	06	25	+5	28	19	16	16	31.5
12	485.5	5	16	13	3	20	49	124	7	25	48.4	+21	58	17	+5	36	19	20	12	31.5
13	486.5	5	17	13	3	20	48	124	7	29	52.4	+21	49	46	+5	43	19	24	09	31.5
14	487.5	5	18	13	3	20	48	124	7	33	55.9	+21	40	53	+5	50	19	28	05	31.5
15	488.5	5	19	13	3	20	47	123	7	37	58.9	+21	31	38	+5	57	19	32	02	31.5
16	489.5	5	20	13	3	20	46	123	7	42	01.4	+21	22	01	+6	03	19	35	59	31.5
17	490.5	5	21	13	3	20	45	123	7	46	03.3	+21	12	02	+6	08	19	39	55	31.5
18	491.5	5	22	13	3	20	45	122	7	50	04.7	+21	01	41	+6	13	19	43	52	31.5
19	492.5	5	23	13	3	20	44	122	7	54	05.6	+20	51	00	+6	17	19	47	48	31.5
20	493.5	5	24	13	3	20	43	122	7	58	05.9	+20	39	57	+6	21	19	51	45	31.5
21	494.5	5	25	13	3	20	42	122	8	02	05.6	+20	28	34	+6	24	19	55	41	31.5
22	495.5	5	26	13	4	20	41	121	8	06	04.7	+20	16	49	+6	27	19	59	38	31.5
23	496.5	5	27	13	4	20	40	121	8	10	03.3	+20	04	45	+6	29	20	03	34	31.5
24	497.5	5	28	13	4	20	39	121	8	14	01.2	+19	52	21	+6	30	20	07	31	31.5
25	498.5	5	30	13	4	20	38	120	8	17	58.6	+19	39	36	+6	31	20	11	28	31.5
26	499.5	5	31	13	4	20	36	120	8	21	55.4	+19	26	32	+6	31	20	15	24	31.5
27	500.5	5	32	13	4	20	35	120	8	25	51.7	+19	13	09	+6	31	20	19	21	31.5
28	501.5	5	33	13	4	20	34	119	8	29	47.3	+18	59	26	+6	30	20	23	17	31.5
29	502.5	5	34	13	4	20	33	119	8	33	42.4	+18	45	25	+6	29	20	27	14	31.5
30	503.5	5	35	13	4	20	32	118	8	37	36.8	+18	31	05	+6	26	20	31	10	31.5
31	504.5	5	37	13	3	20	30	118	8	41	30.7	+18	16	26	+6	24	20	35	07	31.5

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

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

5 июля 18ч08м – Земля в афелии.

Астероиды: Флора, Юнона, Ирис.

Кометы: ПАНСТАРПС С/2011 L4, Леммон С/2012 F6, Брюингтон 154Р.

Метеоры: Каприкониды, Южные  $\delta$ -Аквакиды.

20 июля в 20 часов Солнце переходит в созвездие Рака.

## ЛУНА. Июль 2013.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_B$	$t_K$	$t_3$	$A_B$	$A_3$	$\alpha$	$\delta$	$d$	Фаза
	ч м	ч м	ч м	-°	+°	ч м с	° '	'	
1	0 43	7 34	14 35	103	106	1 05 30	+9 28.4	30.5	0.42
2	1 12	8 20	15 38	109	112	1 54 17	+13 04.2	30.2	0.32
3	1 44	9 07	16 38	113	116	2 43 21	+16 01.6	29.9	0.24
4	2 19	9 54	17 35	117	118	3 32 55	+18 14.7	29.7	0.16
5	3 00	10 42	18 27	119	120	4 22 60	+19 38.5	29.5	0.10
6	3 45	11 30	19 15	120	120	5 13 22	+20 10.0	29.4	0.05
7	4 35	12 18	19 57	119	118	6 03 40	+19 48.1	29.4	0.02
8	5 29	13 05	20 34	117	115	6 53 31	+18 34.1	29.4	0.00
9	6 27	13 51	21 07	114	111	7 42 36	+16 31.7	29.5	0.01
10	7 27	14 36	21 37	109	106	8 30 47	+13 46.6	29.6	0.03
11	8 28	15 21	22 04	104	101	9 18 08	+10 25.7	29.8	0.07
12	9 30	16 05	22 30	98	95	10 04 57	+6 36.8	30.0	0.13
13	10 34	16 49	22 55	92	88	10 51 41	+2 28.4	30.3	0.20
14	11 39	17 35	23 21	85	82	11 38 59	-1 50.6	30.6	0.28
15	12 45	18 22	23 50	78	76	12 27 33	-6 10.3	31.0	0.38
16	13 54	19 12	-	72	-	13 18 10	-10 19.0	31.4	0.49
17	15 04	20 06	0 23	67	70	14 11 32	-14 03.2	31.9	0.60
18	16 15	21 03	1 01	63	65	15 08 07	-17 06.8	32.3	0.70
19	17 23	22 03	1 47	60	61	16 07 58	-19 12.7	32.7	0.80
20	18 25	23 06	2 43	60	60	17 10 26	-20 05.1	33.1	0.89
21	19 19	-	3 49	62	61	18 14 12	-19 33.8	33.3	0.95
22	20 05	0 08	5 02	67	64	19 17 39	-17 38.8	33.3	0.99
23	20 45	1 08	6 18	73	69	20 19 17	-14 30.4	33.2	1.00
24	21 18	2 06	7 36	80	76	21 18 17	-10 27.2	33.0	0.98
25	21 49	3 00	8 52	87	83	22 14 26	-5 51.3	32.6	0.93
26	22 17	3 51	10 05	94	90	23 08 05	-1 03.5	32.1	0.86
27	22 46	4 41	11 15	100	97	23 59 50	+3 38.1	31.6	0.77
28	23 15	5 29	12 22	106	104	0 50 20	+7 59.7	31.1	0.68
29	23 46	6 16	13 27	111	109	1 40 13	+11 50.7	30.6	0.58
30	-	7 03	14 29	-	114	2 29 56	+15 03.2	30.2	0.48
31	0 21	7 51	15 27	115	117	3 19 48	+17 31.2	29.9	0.38

8 июля 10ч 14м - новолуние	Луна проходит вблизи
16 6ч 18м - перв. четв.	Марса 6 июля 17ч 28м на 2° к югу
22 21ч 16м - полнолуние	Юпитера 7 6ч 13м на 4° югу
29 20ч 43м - посл. четв.	Меркурия 8 16ч 20м на 0.4° югу
	Венеры 11 3ч 13м на 8° югу
7 июля 4ч - апогей	Сатурна 17 5ч 45м на 4° югу
22 0ч - перигей	Нептуна 25 10ч 58м на 5° сев.
	Урана 28 1ч 8м на 3° сев.

## СОЛНЦЕ. Август 2013.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени										
	$t_v$ ч м	$t_k$ ч м	$t_s$ ч м	$A$ °	$\alpha$ ч м с			$\delta$ ° ' "			$\eta$ м с		$S_o$ ч м с		
1	505.5	5 38	13 3	20 29 118	8 45	24.0	+18 01 30	+6 21	20 39 03	31.5					
2	506.5	5 39	13 3	20 28 117	8 49	16.7	+17 46 16	+6 17	20 43 00	31.5					
3	507.5	5 40	13 3	20 26 117	8 53	08.8	+17 30 45	+6 12	20 46 57	31.5					
4	508.5	5 41	13 3	20 25 116	8 57	00.3	+17 14 56	+6 07	20 50 53	31.5					
5	509.5	5 43	13 3	20 24 116	9 00	51.3	+16 58 51	+6 02	20 54 50	31.5					
6	510.5	5 44	13 3	20 22 116	9 04	41.6	+16 42 29	+5 55	20 58 46	31.5					
7	511.5	5 45	13 3	20 21 115	9 08	31.3	+16 25 51	+5 49	21 02 43	31.5					
8	512.5	5 46	13 3	20 19 115	9 12	20.5	+16 08 58	+5 41	21 06 39	31.5					
9	513.5	5 48	13 3	20 18 114	9 16	09.0	+15 51 48	+5 33	21 10 36	31.5					
10	514.5	5 49	13 2	20 16 114	9 19	57.0	+15 34 24	+5 25	21 14 32	31.6					
11	515.5	5 50	13 2	20 15 113	9 23	44.4	+15 16 45	+5 15	21 18 29	31.6					
12	516.5	5 51	13 2	20 13 113	9 27	31.2	+14 58 51	+5 06	21 22 26	31.6					
13	517.5	5 53	13 2	20 11 113	9 31	17.4	+14 40 42	+4 55	21 26 22	31.6					
14	518.5	5 54	13 2	20 10 112	9 35	03.0	+14 22 20	+4 44	21 30 19	31.6					
15	519.5	5 55	13 2	20 8 112	9 38	48.1	+14 03 44	+4 33	21 34 15	31.6					
16	520.5	5 56	13 1	20 6 111	9 42	32.7	+13 44 55	+4 21	21 38 12	31.6					
17	521.5	5 58	13 1	20 5 111	9 46	16.7	+13 25 53	+4 08	21 42 08	31.6					
18	522.5	5 59	13 1	20 3 110	9 50	00.1	+13 06 39	+3 55	21 46 05	31.6					
19	523.5	6 0	13 1	20 1 110	9 53	43.1	+12 47 11	+3 42	21 50 01	31.6					
20	524.5	6 2	13 1	20 0 109	9 57	25.6	+12 27 32	+3 28	21 53 58	31.6					
21	525.5	6 3	13 0	19 58 109	10 01	07.5	+12 07 41	+3 13	21 57 55	31.6					
22	526.5	6 4	13 0	19 56 108	10 04	49.0	+11 47 38	+2 58	22 01 51	31.6					
23	527.5	6 5	13 0	19 54 108	10 08	30.1	+11 27 25	+2 42	22 05 48	31.6					
24	528.5	6 7	13 0	19 52 107	10 12	10.7	+11 07 00	+2 26	22 09 44	31.6					
25	529.5	6 8	12 59	19 51 107	10 15	50.9	+10 46 25	+2 10	22 13 41	31.6					
26	530.5	6 9	12 59	19 49 106	10 19	30.7	+10 25 39	+1 53	22 17 37	31.7					
27	531.5	6 10	12 59	19 47 106	10 23	10.2	+10 04 43	+1 36	22 21 34	31.7					
28	532.5	6 12	12 58	19 45 105	10 26	49.3	+9 43 38	+1 19	22 25 30	31.7					
29	533.5	6 13	12 58	19 43 105	10 30	28.0	+9 22 23	+1 01	22 29 27	31.7					
30	534.5	6 14	12 58	19 41 104	10 34	06.4	+9 00 59	+0 43	22 33 24	31.7					
31	535.5	6 16	12 57	19 39 104	10 37	44.5	+8 39 27	+0 24	22 37 20	31.7					

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

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

Астероиды: Флора, Юнона, Ирис, Юлия.

Кометы: ПАНСТАРПС С/2011 L4, ИСОН С/2012 S1, Брюингтон 154Р.

Метеоры: Персеиды (максимум 12 августа).

10 августа в 19 часов Солнце переходит в созвездие Льва.



## ЛУНА. Август 2013.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_B$	$t_K$	$t_3$	$A_B$	$A_3$	$\alpha$	$\delta$	$d$	Фаза
	ч м	ч м	ч м	-°	+°	ч м с	° '	'	
1	0 59	8 39	16 22	118	119	4 09 57	+19 10.3	29.7	0.29
2	1 42	9 27	17 11	120	120	5 00 17	+19 57.6	29.5	0.21
3	2 31	10 14	17 56	119	119	5 50 35	+19 51.7	29.5	0.14
4	3 23	11 02	18 35	118	116	6 40 33	+18 53.6	29.5	0.08
5	4 20	11 49	19 09	115	113	7 29 56	+17 05.9	29.5	0.04
6	5 19	12 34	19 40	111	108	8 18 35	+14 33.3	29.7	0.01
7	6 21	13 19	20 09	106	103	9 06 30	+11 22.1	29.8	0.00
8	7 23	14 04	20 35	100	97	9 53 50	+7 40.2	30.0	0.01
9	8 27	14 49	21 01	94	90	10 40 59	+3 36.0	30.2	0.04
10	9 31	15 34	21 27	87	84	11 28 24	-0 40.7	30.5	0.09
11	10 37	16 20	21 55	81	78	12 16 41	-4 59.5	30.8	0.16
12	11 44	17 09	22 26	74	72	13 06 28	-9 09.0	31.1	0.25
13	12 53	18 00	23 01	69	67	13 58 22	-12 56.5	31.4	0.34
14	14 01	18 54	23 43	64	63	14 52 50	-16 07.8	31.8	0.45
15	15 08	19 52	-	61	-	15 50 04	-18 28.4	32.1	0.56
16	16 11	20 51	0 33	60	61	16 49 46	-19 44.1	32.5	0.67
17	17 07	21 51	1 32	61	60	17 51 08	-19 44.7	32.7	0.78
18	17 56	22 51	2 40	65	62	18 52 59	-18 25.9	32.9	0.87
19	18 37	23 49	3 53	70	67	19 54 03	-15 52.3	33.0	0.94
20	19 14	-	5 09	76	72	20 53 24	-12 16.3	32.9	0.98
21	19 46	0 45	6 25	83	79	21 50 36	-7 56.3	32.7	1.00
22	20 16	1 38	7 40	90	87	22 45 41	-3 12.6	32.4	0.99
23	20 45	2 29	8 53	97	94	23 39 01	+1 35.0	32.0	0.95
24	21 15	3 19	10 03	104	101	0 31 03	+6 09.4	31.5	0.89
25	21 46	4 08	11 11	109	107	1 22 17	+10 17.1	31.1	0.82
26	22 20	4 56	12 15	114	112	2 13 09	+13 47.6	30.6	0.73
27	22 58	5 45	13 16	117	116	3 03 53	+16 33.6	30.2	0.64
28	23 39	6 33	14 13	119	118	3 54 37	+18 30.3	29.9	0.54
29	-	7 21	15 05	-	119	4 45 19	+19 34.7	29.7	0.44
30	0 26	8 09	15 15	119	119	5 35 48	+19 45.9	29.6	0.35
31	1 17	8 57	16 32	118	117	6 25 54	+19 04.7	29.5	0.26

7 авг.	0ч 51м - новолуние	Луна проходит вблизи			
14	13ч 56м - перв. четв.	Юпитера	4 авг.	1ч 48м на 5° к югу	
21	4ч 45м - полнолуние	Марса	4	16ч 31м на 6° югу	
28	12ч 35м - посл.четв.	Меркурия	5	12ч 28м на 5° югу	
		Венеры	10	5ч 46м на 6° югу	
3 авг.	12ч - апогей	Сатурна	13	11ч 21м на 3° югу	
19	4ч - перигей	Нептуна	21	17ч 54м на 5° сев.	
31	3ч - апогей	Урана	24	11ч 45м на 3° сев.	

## СОЛНЦЕ. Сентябрь 2013.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени											
	$t_v$ ч м	$t_k$ ч м	$t_s$ ч м	$A$ °	$\alpha$			$\delta$		$\eta$	$S_o$			$d$ '		
					ч	м	с	°	'	''	м	с	ч	м	с	'
1	536.5	6 17	12 57	19 38	103	10 41	22.3	+8 17	46	+0 06	22 41	17	31.7			
2	537.5	6 18	12 57	19 36	102	10 44	59.8	+7 55	57	-0 13	22 45	13	31.7			
3	538.5	6 19	12 57	19 34	102	10 48	37.0	+7 34	00	-0 33	22 49	10	31.7			
4	539.5	6 21	12 56	19 32	101	10 52	13.9	+7 11	56	-0 52	22 53	06	31.7			
5	540.5	6 22	12 56	19 30	101	10 55	50.7	+6 49	45	-1 12	22 57	03	31.7			
6	541.5	6 23	12 56	19 28	100	10 59	27.2	+6 27	28	-1 32	23 00	59	31.7			
7	542.5	6 24	12 55	19 26	100	11 03	03.4	+6 05	04	-1 53	23 04	56	31.7			
8	543.5	6 26	12 55	19 24	99	11 06	39.5	+5 42	34	-2 13	23 08	53	31.7			
9	544.5	6 27	12 55	19 22	99	11 10	15.4	+5 19	58	-2 34	23 12	49	31.8			
10	545.5	6 28	12 54	19 20	98	11 13	51.2	+4 57	17	-2 55	23 16	46	31.8			
11	546.5	6 30	12 54	19 18	98	11 17	26.7	+4 34	31	-3 15	23 20	42	31.8			
12	547.5	6 31	12 53	19 16	97	11 21	02.2	+4 11	41	-3 37	23 24	39	31.8			
13	548.5	6 32	12 53	19 14	96	11 24	37.5	+3 48	46	-3 58	23 28	35	31.8			
14	549.5	6 33	12 53	19 12	96	11 28	12.8	+3 25	47	-4 19	23 32	32	31.8			
15	550.5	6 35	12 52	19 10	95	11 31	47.9	+3 02	44	-4 40	23 36	28	31.8			
16	551.5	6 36	12 52	19 8	95	11 35	23.0	+2 39	38	-5 02	23 40	25	31.8			
17	552.5	6 37	12 52	19 6	94	11 38	58.1	+2 16	29	-5 23	23 44	22	31.8			
18	553.5	6 38	12 51	19 4	94	11 42	33.2	+1 53	18	-5 45	23 48	18	31.8			
19	554.5	6 40	12 51	19 2	93	11 46	08.2	+1 30	04	-6 06	23 52	15	31.8			
20	555.5	6 41	12 51	19 0	93	11 49	43.3	+1 06	48	-6 28	23 56	11	31.8			
21	556.5	6 42	12 50	18 58	92	11 53	18.5	+0 43	30	-6 49	0 00	08	31.9			
22	557.5	6 44	12 50	18 56	91	11 56	53.8	+0 20	11	-7 11	0 04	04	31.9			
23	558.5	6 45	12 50	18 54	91	12 00	29.1	-0 03	10	-7 32	0 08	01	31.9			
24	559.5	6 46	12 49	18 52	90	12 04	04.6	-0 26	31	-7 53	0 11	57	31.9			
25	560.5	6 47	12 49	18 50	90	12 07	40.3	-0 49	53	-8 14	0 15	54	31.9			
26	561.5	6 49	12 48	18 48	89	12 11	16.1	-1 13	15	-8 34	0 19	51	31.9			
27	562.5	6 50	12 48	18 46	89	12 14	52.2	-1 36	37	-8 55	0 23	47	31.9			
28	563.5	6 51	12 48	18 44	88	12 18	28.5	-1 59	58	-9 15	0 27	44	31.9			
29	564.5	6 53	12 47	18 42	87	12 22	05.0	-2 23	18	-9 35	0 31	40	31.9			
30	565.5	6 54	12 47	18 40	87	12 25	41.7	-2 46	37	-9 55	0 35	37	31.9			

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

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

22 сентября 22ч43м – осеннее равноденствие.

Астероиды: Юнона, Ирис, Юлия, Массалия.

Кометы: Энке/2P, ИСОН С/2012 S1, Брюингтон 154P.

Метеоры:  $\alpha$ - и  $\delta$ -Аурикиды.

16 сентября в 20 часов Солнце переходит в созвездие Девы.

## ЛУНА. Сентябрь 2013.

Дата	Для Одессы						В 0ч всемирного времени								
	$t_B$		$t_K$		$t_3$		$A_B$		$A_3$		$\alpha$	$\delta$	$d$	Фаза	
	ч	м	ч	м	ч	м	-°	+°	ч	м					с
1	2	12	9	44	17	09	116	114	7	15	25	+17	33.3	29.6	0.19
2	3	10	10	30	17	41	112	110	8	04	17	+15	15.8	29.7	0.12
3	4	11	11	15	18	11	108	105	8	52	31	+12	17.5	29.9	0.06
4	5	13	12	01	18	38	102	99	9	40	18	+8	45.2	30.1	0.02
5	6	17	12	46	19	05	96	93	10	27	58	+4	46.9	30.3	0.00
6	7	22	13	31	19	32	90	86	11	15	55	+0	32.0	30.6	0.00
7	8	28	14	18	19	59	83	80	12	04	40	-3	48.5	30.9	0.03
8	9	36	15	07	20	30	76	74	12	54	45	-8	02.5	31.2	0.07
9	10	44	15	58	21	04	71	68	13	46	38	-11	56.7	31.4	0.13
10	11	53	16	51	21	44	66	64	14	40	42	-15	16.7	31.7	0.21
11	13	00	17	47	22	31	62	61	15	37	03	-17	48.3	31.9	0.31
12	14	02	18	44	23	26	61	61	16	35	23	-19	18.9	32.1	0.42
13	14	59	19	43	-	-	61	-	17	35	05	-19	39.1	32.3	0.53
14	15	49	20	41	0	28	64	62	18	35	11	-18	44.9	32.4	0.65
15	16	33	21	37	1	37	68	65	19	34	43	-16	38.9	32.5	0.75
16	17	10	22	32	2	49	73	70	20	32	55	-13	30.3	32.5	0.85
17	17	43	23	25	4	03	80	76	21	29	26	-9	33.0	32.5	0.92
18	18	14	-	-	5	17	87	83	22	24	17	-5	04.2	32.3	0.97
19	18	44	0	17	6	30	94	90	23	17	43	-0	22.0	32.0	1.00
20	19	13	1	07	7	41	100	97	0	10	10	+4	16.4	31.7	1.00
21	19	44	1	57	8	51	106	104	1	02	02	+8	35.4	31.3	0.97
22	20	17	2	46	9	57	111	109	1	53	39	+12	22.3	30.9	0.93
23	20	54	3	35	11	01	115	114	2	45	13	+15	27.2	30.6	0.86
24	21	35	4	24	12	01	118	117	3	36	44	+17	43.3	30.2	0.79
25	22	20	5	14	12	55	119	119	4	28	06	+19	06.6	29.9	0.70
26	23	09	6	02	13	44	119	119	5	19	07	+19	35.9	29.7	0.61
27	-	-	6	50	14	28	-	118	6	09	33	+19	12.0	29.6	0.52
28	0	03	7	37	15	06	117	115	6	59	15	+17	57.5	29.6	0.42
29	0	59	8	23	15	40	114	111	7	48	08	+15	56.2	29.6	0.33
30	1	58	9	09	16	10	109	107	8	36	19	+13	13.1	29.8	0.24

5 сен.	14ч 36м - новолуние	Луна проходит вблизи
12	20ч 8м - перв. четв.	Марса 2 сент. 14ч 36м на 7° к югу
19	14ч 13м - полнолуние	Меркурия 6 19ч 33м на 6° югу
27	6ч 55м - посл. четв.	Венеры 9 1ч 53м на 1° югу
		Сатурна 9 22ч 19м на 3° югу
15 сен.	20ч - перигей	Нептуна 18 4ч 01м на 5° сев.
27	21ч - апогей	Урана 20 17ч 42м на 2° сев.
		Юпитера 28 13ч 28м на 6° югу

## СОЛНЦЕ. Октябрь 2013.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени											
	$t_v$ ч м	$t_k$ ч м	$t_s$ ч м	$A$ °	$\alpha$			$\delta$		$\eta$	$S_o$			$d$ '		
	ч	м	ч	м	ч	м	с	°	'	"	м	с	ч	м	с	'
1	566.5	6 55	12 47	18 38	86	12 29	18.8	-3 09	54	-10 15	0 39	33	31.9			
2	567.5	6 57	12 47	18 36	86	12 32	56.1	-3 33	10	-10 34	0 43	30	32.0			
3	568.5	6 58	12 46	18 35	85	12 36	33.8	-3 56	23	-10 53	0 47	26	32.0			
4	569.5	6 59	12 46	18 33	85	12 40	11.8	-4 19	33	-11 11	0 51	23	32.0			
5	570.5	7 1	12 46	18 31	84	12 43	50.1	-4 42	40	-11 29	0 55	20	32.0			
6	571.5	7 2	12 45	18 29	83	12 47	28.9	-5 05	44	-11 47	0 59	16	32.0			
7	572.5	7 3	12 45	18 27	83	12 51	08.0	-5 28	43	-12 05	1 03	13	32.0			
8	573.5	7 5	12 45	18 25	82	12 54	47.5	-5 51	39	-12 22	1 07	09	32.0			
9	574.5	7 6	12 44	18 23	82	12 58	27.4	-6 14	30	-12 38	1 11	06	32.0			
10	575.5	7 7	12 44	18 21	81	13 02	07.7	-6 37	16	-12 55	1 15	02	32.0			
11	576.5	7 9	12 44	18 19	81	13 05	48.5	-6 59	56	-13 10	1 18	59	32.0			
12	577.5	7 10	12 44	18 17	80	13 09	29.8	-7 22	31	-13 26	1 22	55	32.0			
13	578.5	7 11	12 43	18 15	80	13 13	11.6	-7 45	00	-13 40	1 26	52	32.1			
14	579.5	7 13	12 43	18 14	79	13 16	53.8	-8 07	22	-13 55	1 30	49	32.1			
15	580.5	7 14	12 43	18 12	79	13 20	36.6	-8 29	38	-14 09	1 34	45	32.1			
16	581.5	7 15	12 43	18 10	78	13 24	19.9	-8 51	46	-14 22	1 38	42	32.1			
17	582.5	7 17	12 42	18 8	77	13 28	03.7	-9 13	46	-14 34	1 42	38	32.1			
18	583.5	7 18	12 42	18 6	77	13 31	48.2	-9 35	39	-14 47	1 46	35	32.1			
19	584.5	7 20	12 42	18 5	76	13 35	33.2	-9 57	23	-14 58	1 50	31	32.1			
20	585.5	7 21	12 42	18 3	76	13 39	18.9	-10 18	58	-15 09	1 54	28	32.1			
21	586.5	7 22	12 42	18 1	75	13 43	05.2	-10 40	25	-15 19	1 58	24	32.1			
22	587.5	7 24	12 42	17 59	75	13 46	52.2	-11 01	42	-15 29	2 02	21	32.1			
23	588.5	7 25	12 41	17 58	74	13 50	39.9	-11 22	49	-15 38	2 06	18	32.1			
24	589.5	7 27	12 41	17 56	74	13 54	28.3	-11 43	46	-15 46	2 10	14	32.2			
25	590.5	7 28	12 41	17 54	73	13 58	17.4	-12 04	32	-15 53	2 14	11	32.2			
26	591.5	7 29	12 41	17 53	73	14 02	07.2	-12 25	07	-16 00	2 18	07	32.2			
27	592.5	6 31	11 41	16 51	72	14 05	57.8	-12 45	31	-16 06	2 22	04	32.2			
28	593.5	6 32	11 41	16 49	72	14 09	49.1	-13 05	43	-16 11	2 26	00	32.2			
29	594.5	6 34	11 41	16 48	71	14 13	41.2	-13 25	43	-16 16	2 29	57	32.2			
30	595.5	6 35	11 41	16 46	71	14 17	34.1	-13 45	30	-16 19	2 33	53	32.2			
31	596.5	6 37	11 41	16 45	70	14 21	27.8	-14 05	05	-16 22	2 37	50	32.2			

Планеты: Венера (веч.?), Марс (утр.!), Юпитер (утр.!), Уран (!), Нептун (!).  
 Яркие звезды: вечером – Арктур, Вега, Альтаир, Денеб, Фомальгаут, Капелла;  
 утром – Денеб, Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Сириус,  
 Кастор, Прокцион, Поллукс, Регул.

18-19 октября – частное полутеневое лунное затмение, *видно в Украине*.

Астероиды: Юнона, Ирис, Юлия, Массалия.

Кометы: Энке/2P, ИСОН С/2012 S1, Брюингтон 154P.

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

31 октября в 7 часов Солнце переходит в созвездие Весов.

## ЛУНА. Октябрь 2013.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_B$	$t_K$	$t_3$	$A_B$	$A_3$	$\alpha$	$\delta$	$d$	Фаза
	ч м	ч м	ч м	-°	+°	ч м с	° '	'	
1	3 00	9 54	16 39	104	101	9 24 03	+9 54.0	30.0	0.17
2	4 03	10 39	17 06	99	95	10 11 42	+6 05.6	30.3	0.10
3	5 07	11 25	17 33	92	89	10 59 43	+1 56.3	30.6	0.05
4	6 14	12 12	18 01	86	82	11 48 39	-2 24.0	31.0	0.01
5	7 22	13 01	18 31	79	76	12 39 03	-6 43.3	31.3	0.00
6	8 32	13 52	19 04	73	70	13 31 24	-10 47.7	31.6	0.01
7	9 42	14 45	19 43	67	66	14 26 01	-14 21.4	31.9	0.05
8	10 51	15 42	20 29	63	62	15 22 55	-17 08.8	32.1	0.11
9	11 56	16 39	21 22	61	61	16 21 44	-18 55.7	32.2	0.19
10	12 55	17 38	22 22	61	61	17 21 40	-19 32.2	32.3	0.28
11	13 47	18 36	23 29	63	64	18 21 42	-18 54.6	32.3	0.39
12	14 31	19 32	-	66	-	19 20 49	-17 06.0	32.3	0.51
13	15 10	20 26	0 39	72	68	20 18 20	-14 15.4	32.2	0.62
14	15 44	21 18	1 50	78	74	21 13 58	-10 35.8	32.1	0.73
15	16 14	22 09	3 02	84	81	22 07 52	-6 22.4	32.0	0.82
16	16 44	22 58	4 13	91	88	23 00 24	-1 51.0	31.8	0.90
17	17 13	23 47	5 24	98	94	23 52 03	+2 43.0	31.6	0.95
18	17 43	-	6 33	104	101	0 43 20	+7 04.9	31.3	0.99
19	18 15	0 36	7 40	109	107	1 34 38	+11 01.5	31.0	1.00
20	18 50	1 26	8 45	114	112	2 26 10	+14 21.4	30.7	0.99
21	19 29	2 15	9 47	117	116	3 17 57	+16 55.6	30.4	0.96
22	20 13	3 05	10 44	119	118	4 09 48	+18 38.3	30.1	0.91
23	21 01	3 54	11 36	119	119	5 01 24	+19 26.6	29.8	0.84
24	21 53	4 42	12 22	118	118	5 52 24	+19 20.5	29.7	0.77
25	22 48	5 30	13 02	115	116	6 42 30	+18 22.6	29.6	0.68
26	23 46	6 16	13 38	111	113	7 31 33	+16 37.0	29.5	0.59
27	23 45	6 02	13 10	107	109	8 19 39	+14 09.0	29.6	0.50
28	-	6 47	13 38	-	104	9 07 00	+11 04.2	29.8	0.41
29	0 47	7 31	14 06	101	98	9 54 03	+7 28.9	30.1	0.31
30	1 50	8 16	14 32	95	92	10 41 19	+3 30.0	30.4	0.22
31	2 55	9 02	14 59	89	85	11 29 27	-0 44.5	30.8	0.14

5 окт.	3ч 35м - новолуние	Луна проходит вблизи
12	2ч 2м - перв. четв.	Марса 1 окт. 10ч 10м на 7° к югу
19	2ч 38м - полнолуние	Меркурия 7 2ч 40м на 2° сев.
27	2ч 40м - полнолуние	Сатурна 7 7ч 11м на 2° югу
		Венеры 8 15ч 48м на 4° сев.
11 окт.	2ч - перигей	Нептуна 15 9ч 48м на 5° сев.
25	17ч - апогей	Урана 18 1ч 36м на 3° сев.
		Юпитера 26 0ч 45м на 6° югу

## СОЛНЦЕ. Ноябрь 2013.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени											
	$t_v$ ч м	$t_k$ ч м	$t_s$ ч м	$A$ °	$\alpha$			$\delta$		$\eta$	$S_o$			$d$ '		
	ч	м	ч	м	ч	м	с	°	'	''	м	с	ч	м	с	'
1	597.5	6 38	11 41	16 43	70	14 25	22.3	-14 24	25	-16 24	2 41	47	32.2			
2	598.5	6 40	11 41	16 42	69	14 29	17.6	-14 43	32	-16 26	2 45	43	32.2			
3	599.5	6 41	11 41	16 40	69	14 33	13.7	-15 02	25	-16 26	2 49	40	32.2			
4	600.5	6 42	11 41	16 39	68	14 37	10.6	-15 21	03	-16 26	2 53	36	32.3			
5	601.5	6 44	11 41	16 37	68	14 41	08.4	-15 39	25	-16 24	2 57	33	32.3			
6	602.5	6 45	11 41	16 36	67	14 45	06.9	-15 57	33	-16 22	3 01	29	32.3			
7	603.5	6 47	11 41	16 35	67	14 49	06.3	-16 15	24	-16 20	3 05	26	32.3			
8	604.5	6 48	11 41	16 33	67	14 53	06.5	-16 32	59	-16 16	3 09	22	32.3			
9	605.5	6 50	11 41	16 32	66	14 57	07.6	-16 50	17	-16 11	3 13	19	32.3			
10	606.5	6 51	11 41	16 31	66	15 01	09.4	-17 07	18	-16 06	3 17	16	32.3			
11	607.5	6 53	11 41	16 30	65	15 05	12.1	-17 24	01	-16 00	3 21	12	32.3			
12	608.5	6 54	11 41	16 28	65	15 09	15.6	-17 40	27	-15 53	3 25	09	32.3			
13	609.5	6 56	11 41	16 27	64	15 13	20.0	-17 56	34	-15 45	3 29	05	32.3			
14	610.5	6 57	11 41	16 26	64	15 17	25.2	-18 12	22	-15 37	3 33	02	32.3			
15	611.5	6 58	11 42	16 25	64	15 21	31.2	-18 27	51	-15 27	3 36	58	32.3			
16	612.5	7 00	11 42	16 24	63	15 25	38.0	-18 43	01	-15 17	3 40	55	32.3			
17	613.5	7 1	11 42	16 23	63	15 29	45.7	-18 57	50	-15 06	3 44	51	32.4			
18	614.5	7 3	11 42	16 22	62	15 33	54.2	-19 12	20	-14 54	3 48	48	32.4			
19	615.5	7 4	11 42	16 21	62	15 38	03.5	-19 26	28	-14 41	3 52	45	32.4			
20	616.5	7 5	11 43	16 20	62	15 42	13.7	-19 40	16	-14 27	3 56	41	32.4			
21	617.5	7 7	11 43	16 19	61	15 46	24.7	-19 53	43	-14 13	4 00	38	32.4			
22	618.5	7 8	11 43	16 18	61	15 50	36.5	-20 06	47	-13 58	4 04	34	32.4			
23	619.5	7 9	11 43	16 17	61	15 54	49.1	-20 19	30	-13 42	4 08	31	32.4			
24	620.5	7 11	11 44	16 17	60	15 59	02.5	-20 31	50	-13 25	4 12	27	32.4			
25	621.5	7 12	11 44	16 16	60	16 03	16.7	-20 43	47	-13 07	4 16	24	32.4			
26	622.5	7 13	11 44	16 15	60	16 07	31.7	-20 55	22	-12 49	4 20	20	32.4			
27	623.5	7 15	11 45	16 14	60	16 11	47.4	-21 06	33	-12 30	4 24	17	32.4			
28	624.5	7 16	11 45	16 14	59	16 16	03.9	-21 17	20	-12 10	4 28	14	32.4			
29	625.5	7 17	11 45	16 13	59	16 20	21.1	-21 27	43	-11 49	4 32	10	32.4			
30	626.5	7 18	11 46	16 13	59	16 24	39.0	-21 37	41	-11 28	4 36	07	32.4			

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

3 ноября – полное солнечное затмение, не видно в Украине.

Астероиды: Юлия, Массалия.

Кометы: Энке/2P, ИСОН C/2012 S1, Брюингтон 154P.

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

23 ноября в 13 часов Солнце переходит в созвездие Скорпиона.

29 ноября в 22 часа Солнце переходит в созвездие Змееносца.

## ЛУНА. Ноябрь 2013.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_B$	$t_K$	$t_3$	$A_B$	$A_3$	$\alpha$	$\delta$	$d$	Фаза
	ч м	ч м	ч м	-°	+°	ч м с	° '	'	
1	4 02	9 50	15 28	82	79	12 19 07	-5 04.4	31.3	0.08
2	5 12	10 40	16 01	76	73	13 10 56	-9 16.8	31.7	0.03
3	6 23	11 34	16 38	70	68	14 05 25	-13 06.5	32.1	0.00
4	7 34	12 30	17 21	65	63	15 02 43	-16 15.7	32.4	0.00
5	8 43	13 29	18 13	62	61	16 02 32	-18 27.4	32.6	0.03
6	9 47	14 30	19 13	61	61	17 03 59	-19 27.8	32.7	0.08
7	10 43	15 29	20 19	62	63	18 05 46	-19 10.3	32.7	0.16
8	11 31	16 27	21 30	65	67	19 06 32	-17 37.1	32.6	0.25
9	12 11	17 23	22 42	70	72	20 05 18	-14 57.9	32.4	0.36
10	12 46	18 15	23 53	76	79	21 01 39	-11 27.4	32.2	0.47
11	13 18	19 06	-	82	-	21 55 39	-7 21.7	31.9	0.59
12	13 47	19 55	1 04	89	85	22 47 48	-2 56.6	31.6	0.69
13	14 15	20 43	2 13	95	92	23 38 43	+1 33.2	31.4	0.79
14	14 44	21 31	3 21	102	99	0 29 03	+5 54.4	31.1	0.87
15	15 14	22 19	4 28	107	105	1 19 21	+9 54.9	30.8	0.93
16	15 48	23 08	5 33	112	110	2 10 01	+13 23.8	30.6	0.97
17	16 25	23 57	6 35	116	114	3 01 11	+16 11.8	30.3	1.00
18	17 07	-	7 34	118	117	3 52 47	+18 11.4	30.1	1.00
19	17 53	0 46	8 28	119	119	4 44 29	+19 18.0	29.9	0.98
20	18 44	1 35	9 17	118	119	5 35 51	+19 30.0	29.7	0.95
21	19 38	2 23	10 00	116	117	6 26 27	+18 48.8	29.5	0.90
22	20 35	3 11	10 37	113	114	7 15 57	+17 18.3	29.5	0.83
23	21 33	3 56	11 10	109	111	8 04 15	+15 04.0	29.5	0.76
24	22 33	4 41	11 39	104	106	8 51 29	+12 12.1	29.6	0.67
25	23 34	5 25	12 07	98	100	9 37 60	+8 49.1	29.8	0.58
26	-	6 08	12 33	-	95	10 24 18	+5 01.8	30.0	0.48
27	0 37	6 52	12 59	92	88	11 11 02	+0 57.2	30.4	0.39
28	1 41	7 38	13 26	85	82	11 58 58	-3 16.6	30.8	0.29
29	2 48	8 26	13 56	79	76	12 48 51	-7 29.5	31.3	0.20
30	3 58	9 18	14 30	73	70	13 41 27	-11 28.6	31.8	0.12

3 нояб.	14ч 50м - новолуние	Луна проходит вблизи
10	7ч 57м - перв. четв.	Меркурия 3 нояб. 7ч 57м на 0.6° к сев.
17	17ч 16м - полнолуние	Сатурна 3 20ч 55м на 2° югу
25	21ч 28м - посл. четв.	Венеры 7 2ч 39м на 8° сев.
		Нептуна 11 11ч 33м на 5° сев.
6 нояб.	11ч - перигей	Урана 14 5ч 31м на 3° сев.
22	12ч - апогей	Юпитера 22 8ч 45м на 6° югу
		Марса 27 18ч 27м на 6° югу

## СОЛНЦЕ. Декабрь 2013.

Дата J.D. 2456	Для Одессы				В 0ч всемирного времени										
	$t_v$ ч м	$t_k$ ч м	$t_s$ ч м	$A$ °	$\alpha$ ч м с			$\delta$ ° ' "			$\eta$ м с		$S_o$ ч м с		
1	627.5	7 20	11 46	16 12	58	16 28	57.6	-21 47	15	-11 06	4 40	03	32.4		
2	628.5	7 21	11 46	16 12	58	16 33	16.8	-21 56	24	-10 43	4 44	00	32.4		
3	629.5	7 22	11 47	16 11	58	16 37	36.7	-22 05	07	-10 20	4 47	56	32.4		
4	630.5	7 23	11 47	16 11	58	16 41	57.2	-22 13	25	-9 56	4 51	53	32.5		
5	631.5	7 24	11 48	16 11	58	16 46	18.3	-22 21	18	-9 31	4 55	49	32.5		
6	632.5	7 25	11 48	16 11	57	16 50	39.9	-22 28	44	-9 06	4 59	46	32.5		
7	633.5	7 26	11 48	16 10	57	16 55	02.0	-22 35	44	-8 41	5 03	43	32.5		
8	634.5	7 27	11 49	16 10	57	16 59	24.6	-22 42	17	-8 14	5 07	39	32.5		
9	635.5	7 28	11 49	16 10	57	17 03	47.6	-22 48	24	-7 48	5 11	36	32.5		
10	636.5	7 29	11 50	16 10	57	17 08	11.1	-22 54	04	-7 21	5 15	32	32.5		
11	637.5	7 30	11 50	16 10	57	17 12	35.0	-22 59	16	-6 54	5 19	29	32.5		
12	638.5	7 31	11 51	16 10	56	17 16	59.2	-23 04	02	-6 26	5 23	25	32.5		
13	639.5	7 32	11 51	16 10	56	17 21	23.8	-23 08	19	-5 58	5 27	22	32.5		
14	640.5	7 33	11 52	16 10	56	17 25	48.7	-23 12	10	-5 30	5 31	18	32.5		
15	641.5	7 34	11 52	16 10	56	17 30	13.8	-23 15	32	-5 01	5 35	15	32.5		
16	642.5	7 34	11 53	16 11	56	17 34	39.3	-23 18	27	-4 32	5 39	12	32.5		
17	643.5	7 35	11 53	16 11	56	17 39	04.9	-23 20	54	-4 03	5 43	08	32.5		
18	644.5	7 36	11 54	16 11	56	17 43	30.7	-23 22	53	-3 34	5 47	05	32.5		
19	645.5	7 36	11 54	16 12	56	17 47	56.8	-23 24	23	-3 04	5 51	01	32.5		
20	646.5	7 37	11 54	16 12	56	17 52	22.9	-23 25	26	-2 35	5 54	58	32.5		
21	647.5	7 38	11 55	16 12	56	17 56	49.1	-23 26	00	-2 05	5 58	54	32.5		
22	648.5	7 38	11 55	16 13	56	18 01	15.4	-23 26	06	-1 35	6 02	51	32.5		
23	649.5	7 38	11 56	16 13	56	18 05	41.8	-23 25	44	-1 06	6 06	47	32.5		
24	650.5	7 39	11 56	16 14	56	18 10	08.1	-23 24	54	-0 36	6 10	44	32.5		
25	651.5	7 39	11 57	16 15	56	18 14	34.5	-23 23	35	-0 06	6 14	41	32.5		
26	652.5	7 40	11 57	16 15	56	18 19	00.7	-23 21	48	+0 24	6 18	37	32.5		
27	653.5	7 40	11 58	16 16	56	18 23	26.9	-23 19	33	+0 53	6 22	34	32.5		
28	654.5	7 40	11 58	16 17	56	18 27	53.0	-23 16	50	+1 23	6 26	30	32.5		
29	655.5	7 40	11 59	16 18	56	18 32	18.9	-23 13	39	+1 52	6 30	27	32.5		
30	656.5	7 40	11 59	16 18	56	18 36	44.6	-23 09	59	+2 21	6 34	23	32.5		
31	657.5	7 41	12 00	16 19	56	18 41	10.1	-23 05	52	+2 50	6 38	20	32.5		

Планеты: Меркурий (утр. в 1-й пол. мес.), Венера (веч.?), Марс (утр.!), 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 19ч11м – зимнее солнцестояние.

Астероиды: Массалия, Мельпомена.

Кометы: Брюингтон 154Р.

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

18 декабря в 7 часов Солнце переходит в созвездие Стрельца.



## ЛУНА. Декабрь 2013.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_B$	$t_K$	$t_3$	$A_B$	$A_3$	$\alpha$	$\delta$	$d$	Фаза
	ч м	ч м	ч м	-°	+°	ч м с	° ′	′	
1	5 10	10 13	15 10	67	65	14 37 16	-14 57.8	32.3	0.06
2	6 21	11 11	15 58	63	62	15 36 25	-17 38.6	32.7	0.02
3	7 29	12 13	16 55	61	61	16 38 22	-19 13.4	33.0	0.00
4	8 31	13 15	18 01	61	62	17 41 51	-19 29.3	33.2	0.02
5	9 24	14 16	19 13	63	65	18 45 13	-18 22.5	33.2	0.06
6	10 10	15 15	20 27	68	70	19 46 55	-16 00.3	33.0	0.13
7	10 48	16 10	21 41	73	76	20 45 59	-12 37.7	32.7	0.22
8	11 21	17 03	22 54	80	83	21 42 10	-8 33.7	32.4	0.32
9	11 51	17 53	-	87	-	22 35 45	-4 07.1	32.0	0.43
10	12 20	18 41	0 04	93	90	23 27 23	+0 25.5	31.6	0.54
11	12 48	19 29	1 13	100	97	0 17 48	+4 50.4	31.2	0.65
12	13 18	20 16	2 19	106	103	1 07 42	+8 55.7	30.8	0.74
13	13 49	21 04	3 24	111	109	1 57 38	+12 31.7	30.5	0.83
14	14 25	21 52	4 27	115	113	2 47 58	+15 29.8	30.2	0.90
15	15 04	22 41	5 27	117	116	3 38 49	+17 42.6	30.0	0.95
16	15 48	23 30	6 22	119	118	4 30 01	+19 05.1	29.8	0.98
17	16 37	-	7 13	119	119	5 21 14	+19 34.2	29.6	1.00
18	17 30	0 19	7 58	117	118	6 11 60	+19 09.8	29.5	1.00
19	18 26	1 06	8 37	114	116	7 01 54	+17 54.7	29.4	0.98
20	19 24	1 52	9 12	111	112	7 50 40	+15 53.7	29.4	0.94
21	20 23	2 37	9 42	106	108	8 38 14	+13 13.3	29.4	0.89
22	21 23	3 21	10 10	100	103	9 24 46	+10 00.4	29.5	0.82
23	22 24	4 04	10 36	94	97	10 10 40	+6 22.5	29.7	0.74
24	23 26	4 48	11 02	88	91	10 56 28	+2 26.7	30.0	0.65
25	-	5 31	11 28	-	85	11 42 52	-1 39.4	30.3	0.56
26	0 30	6 17	11 55	82	79	12 30 37	-5 47.3	30.7	0.46
27	1 36	7 05	12 26	76	73	13 20 31	-9 46.7	31.2	0.36
28	2 45	7 56	13 01	70	68	14 13 20	-13 25.0	31.7	0.26
29	3 55	8 52	13 44	65	64	15 09 34	-16 26.7	32.3	0.17
30	5 04	9 51	14 35	62	61	16 09 18	-18 34.0	32.8	0.09
31	6 10	10 53	15 36	61	61	17 11 53	-19 30.6	33.2	0.03

3 дек.	2ч 22м - новолуние	Луна проходит вблизи
9	17ч 12м - перв. четв.	Сатурна 1 дек. 9ч 54м на 2° к югу
17	11ч 28м - полнолуние	Меркурия 2 0ч 01м на 0.1° югу
25	15ч 48м - посл. четв.	Нептуна 8 19ч 26м на 5° сев.
		Юпитера 19 10ч 15м на 6° югу
4 дек.	12ч - перигей	
20 дек.	2ч - апогей	

## НАЧАЛО И ОКОНЧАНИЕ СУМЕРЕК СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2013.

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

### Физические

*Скорость света в вакууме*  $c = 2,99792 \cdot 10^8$  м/с

*Гравитационная постоянная* (сила притяжения двух точечных масс по 1 кг на расстоянии 1 м)  $G = 6,673 \cdot 10^{-11}$  Н·м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>

*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. 2013.

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											
1	6	7	18	12	5	32	18	47	4	57	19	22	6	7	19	55	5	30	20	32	4	52	21	10
2	6	5	18	14	5	30	18	49	4	55	19	24	6	5	19	57	5	28	20	33	4	50	21	12
3	6	3	18	15	5	28	18	50	4	53	19	25	6	3	19	58	5	26	20	35	4	48	21	13
4	6	1	18	17	5	26	18	51	4	51	19	26	6	1	20	0	5	24	20	36	4	45	21	15
5	5	59	18	18	5	24	18	53	4	49	19	28	5	59	20	1	5	22	20	38	4	43	21	17
6	5	57	18	19	5	23	18	54	4	47	19	29	5	57	20	3	5	20	20	39	4	41	21	19
7	5	56	18	21	5	21	18	56	4	45	19	31	5	55	20	4	5	18	20	41	4	38	21	20
8	5	54	18	22	5	19	18	57	4	44	19	32	5	53	20	5	5	15	20	43	4	36	21	22
9	5	52	18	24	5	17	18	58	4	42	19	34	5	51	20	7	5	13	20	44	4	33	21	24
10	5	50	18	25	5	15	18	60	4	40	19	35	5	49	20	8	5	11	20	46	4	31	21	26
11	5	48	18	26	5	13	19	1	4	38	19	37	5	47	20	10	5	9	20	47	4	29	21	28
12	5	46	18	28	5	11	19	3	4	36	19	38	5	45	20	11	5	7	20	49	4	26	21	29
13	5	44	18	29	5	9	19	4	4	34	19	40	5	43	20	13	5	5	20	51	4	24	21	31
14	5	42	18	30	5	7	19	6	4	32	19	41	5	41	20	14	5	3	20	52	4	22	21	33
15	5	40	18	32	5	5	19	7	4	29	19	43	5	39	20	15	5	1	20	54	4	19	21	35
16	5	38	18	33	5	3	19	8	4	27	19	44	5	37	20	17	4	58	20	55	4	17	21	37
17	5	36	18	35	5	1	19	10	4	25	19	46	5	35	20	18	4	56	20	57	4	14	21	39
18	5	34	18	36	4	59	19	11	4	23	19	47	5	33	20	20	4	54	20	59	4	12	21	41
19	5	32	18	37	4	57	19	13	4	21	19	49	5	31	20	21	4	52	21	0	4	10	21	43
20	5	30	18	39	4	55	19	14	4	19	19	50	5	29	20	23	4	50	21	2	4	7	21	45
21	5	29	18	40	4	53	19	16	4	17	19	52	5	28	20	24	4	48	21	4	4	5	21	47
22	5	27	18	42	4	51	19	17	4	15	19	54	5	26	20	26	4	46	21	5	4	2	21	49
23	5	25	18	43	4	49	19	18	4	12	19	55	5	24	20	27	4	44	21	7	4	0	21	51
24	5	23	18	44	4	47	19	20	4	10	19	57	5	22	20	28	4	42	21	9	3	58	21	53
25	5	21	18	46	4	45	19	21	4	8	19	58	5	20	20	30	4	40	21	10	3	55	21	55
26	5	19	18	47	4	43	19	23	4	6	20	0	5	18	20	31	4	38	21	12	3	53	21	57
27	5	17	18	48	4	41	19	24	4	3	20	2	5	17	20	33	4	36	21	14	3	50	21	59
28	5	15	18	50	4	39	19	26	4	1	20	3	5	15	20	34	4	34	21	15	3	48	22	1
29	5	13	18	51	4	37	19	27	3	59	20	5	5	13	20	36	4	32	21	17	3	45	22	3
30	5	11	18	53	4	34	19	29	3	57	20	7	5	11	20	37	4	30	21	19	3	43	22	6
31	6	9	19	54	5	32	20	30	4	54	21	8												

### постоянные

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

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

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

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

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

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

*Секунда* 1 с = 9 192 631 770 периодов электромагнитных колебаний при переходе между сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия (Cs)

## СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2013.

Дата	Май						Июнь																	
	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											
1	5	10	20	39	4	28	21	20	3	41	22	8	4	30	21	19	3	40	22	10	2	33	23	17
2	5	8	20	40	4	26	21	22	3	38	22	10	4	30	21	20	3	39	22	11	2	31	23	19
3	5	6	20	42	4	24	21	24	3	36	22	12	4	29	21	21	3	38	22	12	2	29	23	21
4	5	5	20	43	4	22	21	26	3	33	22	14	4	28	21	22	3	37	22	13	2	28	23	23
5	5	3	20	44	4	20	21	27	3	31	22	17	4	28	21	23	3	36	22	15	2	26	23	25
6	5	1	20	46	4	18	21	29	3	29	22	19	4	27	21	24	3	36	22	16	2	25	23	26
7	5	0	20	47	4	17	21	31	3	26	22	21	4	27	21	25	3	35	22	17	2	24	23	28
8	4	58	20	49	4	15	21	32	3	24	22	23	4	26	21	26	3	34	22	18	2	22	23	30
9	4	57	20	50	4	13	21	34	3	21	22	26	4	26	21	27	3	34	22	19	2	21	23	31
10	4	55	20	52	4	11	21	36	3	19	22	28	4	26	21	27	3	33	22	20	2	20	23	33
11	4	54	20	53	4	9	21	38	3	17	22	30	4	25	21	28	3	33	22	20	2	19	23	34
12	4	52	20	54	4	8	21	39	3	14	22	32	4	25	21	29	3	32	22	21	2	18	23	36
13	4	51	20	56	4	6	21	41	3	12	22	35	4	25	21	29	3	32	22	22	2	17	23	37
14	4	50	20	57	4	4	21	43	3	10	22	37	4	25	21	30	3	32	22	23	2	17	23	38
15	4	48	20	59	4	3	21	44	3	8	22	39	4	25	21	30	3	32	22	23	2	16	23	39
16	4	47	21	0	4	1	21	46	3	5	22	42	4	25	21	31	3	32	22	24	2	16	23	40
17	4	46	21	1	3	59	21	48	3	3	22	44	4	25	21	31	3	32	22	24	2	15	23	41
18	4	44	21	3	3	58	21	49	3	1	22	46	4	25	21	32	3	31	22	25	2	15	23	41
19	4	43	21	4	3	56	21	51	2	59	22	48	4	25	21	32	3	32	22	25	2	15	23	42
20	4	42	21	5	3	55	21	52	2	56	22	51	4	25	21	32	3	32	22	25	2	15	23	42
21	4	41	21	7	3	53	21	54	2	54	22	53	4	25	21	33	3	32	22	26	2	15	23	43
22	4	39	21	8	3	52	21	56	2	52	22	55	4	25	21	33	3	32	22	26	2	15	23	43
23	4	38	21	9	3	50	21	57	2	50	22	58	4	26	21	33	3	32	22	26	2	16	23	43
24	4	37	21	10	3	49	21	59	2	48	23	0	4	26	21	33	3	33	22	26	2	16	23	43
25	4	36	21	12	3	48	22	0	2	46	23	2	4	26	21	33	3	33	22	26	2	17	23	43
26	4	35	21	13	3	47	22	2	2	44	23	4	4	27	21	33	3	34	22	26	2	17	23	42
27	4	34	21	14	3	45	22	3	2	42	23	6	4	27	21	33	3	34	22	26	2	18	23	42
28	4	33	21	15	3	44	22	4	2	40	23	9	4	28	21	33	3	35	22	26	2	19	23	41
29	4	33	21	16	3	43	22	6	2	38	23	11	4	28	21	33	3	35	22	26	2	20	23	41
30	4	32	21	17	3	42	22	7	2	36	23	13	4	29	21	33	3	36	22	25	2	21	23	40
31	4	31	21	18	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. 2013.

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

### Данные о Земле

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

## СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2013.

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

### Данные о Луне

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

## СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2013.

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

### Данные о Солнце

<i>Средний радиус фотосферы</i>	695990 км
<i>Масса</i>	$1.989 \cdot 10^{30}$ кг
<i>Средняя плотность</i>	1.409 г/см <sup>3</sup>
<i>Среднее ускорение свободного падения на поверхности</i>	273.98 м/с <sup>2</sup>
<i>Сидерический период вращения вокруг оси</i>	25.38 сут
<i>Наклон экватора к орбите Земли</i>	7.25°
<i>Температура на поверхности</i>	5500°С

## ЗАТМЕНИЯ СОЛНЦА И ЛУНЫ

В 2013 году произойдет 5 затмений – 2 солнечных и 3 лунных: 25-26 апреля – частное теневое лунное затмение, 9-10 мая – кольцеобразное солнечное затмение, 25 мая – частное полутеневое лунное затмение, 18-19 октября – частное полутеневое лунное затмение, 3 ноября – полное солнечное затмение.

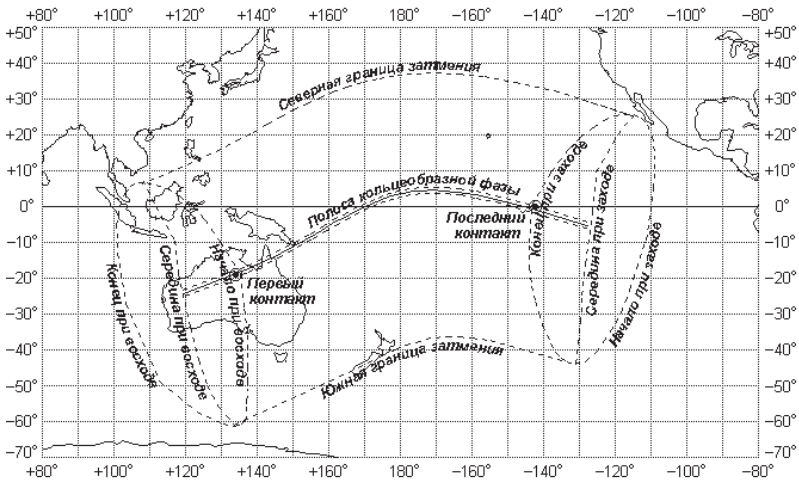
Солнечные затмения 9-10 мая и 3 ноября, а также лунное затмение 25 мая не будут видны на территории Украины. В Украине можно будет наблюдать только лунные затмения 25-26 апреля и 18-19 октября. При обоих лунных затмениях будут наблюдаться все их фазы на темном небе.

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

### Солнечные затмения

#### Кольцеобразное солнечное затмение 9-10 мая 2013 года.

Полоса кольцеобразной фазы на Земле начнется 10 мая в 0ч31м в западной части Австралии, в точке с географическими координатами 24.3° ю.ш. и 119.6° в.д., пересечет Большую Песчаную пустыню, пройдет по юго-восточной части акватории залива Карпентария, пересечет полуостров Кейп-Йорк, пройдет по акватории Кораллового моря, коснется юго-восточной оконечности острова Новая Гвинея, пересечет Соломоновы острова и острова Гилберта, пройдет по центральной части акватории Тихого океана с запада на восток, и окончится 10 мая в 4ч20м в акватории Тихого океана, к северо-востоку от Маркизских островов, в точке с географическими координатами 5.2° ю.ш. и 127.6° з.д. Продолжительность прохождения кольцеобразной фазы по поверхности Земли 3ч49м.



Карта видимости кольцеобразного солнечного затмения 9-10 мая 2013 года

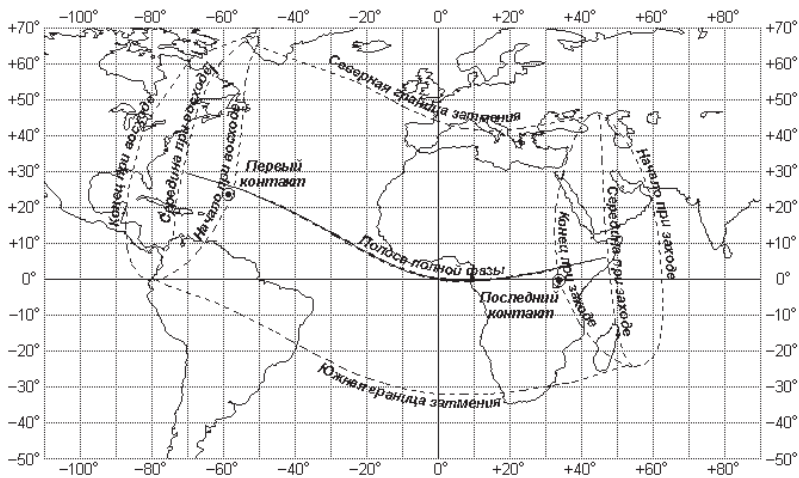


Максимальная фаза затмения 0.977 наступит 10 мая в 2ч25м в центральной части акватории Тихого океана, к северо-западу от островов Феникс, в точке с географическими координатами 2.2° с.ш. и 175.4° в.д. Кольцеобразное затмение в истинный полдень наступит 10 мая в 2ч20м в этом же регионе, в точке с географическими координатами 1.7° с.ш. и 174.1° в.д. Наибольшая продолжительность видимости кольцеобразного затмения 5.9м.

Частное затмение на Земле начнется 9 мая в 23ч25м в северной части Австралии, в точке с географическими координатами 19.1° ю.ш. и 134.0° в.д., а окончится 10 мая в 5ч25м в акватории Тихого океана, к северу от Маркизских островов, в точке с географическими координатами 0.0° с.ш. и 142.3° з.д. Продолжительность прохождения частной фазы по поверхности Земли 6ч00м. Частное затмение будет видимо в Австралии, на острове Новая Гвинея, на Гавайских островах, на островах Индонезии и Океании, в северной части островов Новая Зеландия, в юго-западной и центральной частях акватории Тихого океана и в восточной части акватории Индийского океана.

### Полное солнечное затмение 3 ноября 2013 года.

Полоса полной фазы на Земле начнется 3 ноября в 13ч06м в акватории Саргассова моря, к юго-западу от Бермудских островов, в точке с географическими координатами 30.4° с.ш. и 71.4° з.д., пересечет центральную часть акватории Атлантического океана, пройдет к югу от островов Зеленого Мыса, пересечет акваторию Гвинейского залива с запада на восток, выйдет на западное побережье Африки вблизи мыса Лопес, пройдет по реке Огове, пересечет реку Конго, пройдет к северу от озера Виктория, пересечет озеро Рудольф и реку Джуба, и окончится 3 ноября в 16ч28м на полуострове Сомали, в точке с географическими координатами 6.5° с.ш. и 47.1° в.д. Продолжительность прохождения полной фазы по поверхности Земли 3ч22м.



Карта видимости полного солнечного затмения 3 ноября 2013 года

Максимальная фаза затмения 1.008 наступит 3 ноября в 14ч47м в западной части акватории Гвинейского залива, к юго-западу от мыса Пальмас, в точке с географическими координатами 3.5° с.ш. и 11.8° з.д. Полное затмение в истинный полдень наступит 3 ноября в 14ч39м в этом же регионе, в точке с географическими координатами 4.4° с.ш. и 13.9° з.д. Наибольшая продолжительность видимости полного затмения 1.7м.

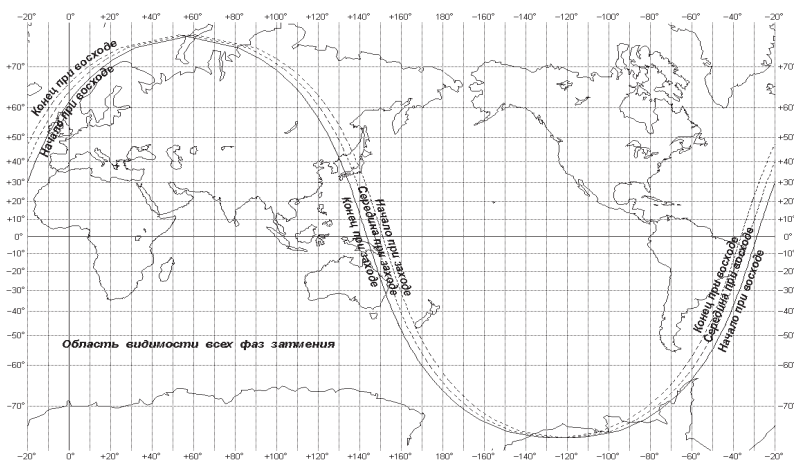
Частное затмение на Земле начнется 3 ноября в 12ч05м в юго-восточной части акватории Саргассового моря, в точке с географическими координатами 23.8° с.ш. и 58.5° з.д., а окончится 3 ноября в 17ч29м в северо-восточной части акватории озера Виктория, в точке с географическими координатами 0.2° ю.ш. и 33.7° в.д. Продолжительность прохождения частной фазы по поверхности Земли 5ч24м.

Частное затмение будет видимо в западной части Северной Америки, в акватории Саргассового моря, в акватории Карибского моря, в северо-восточной части Южной Америки, в северной и центральной части акватории Атлантического океана, в Африке (кроме ее южного побережья), в акватории Средиземного моря, на Пиренейском полуострове, в южной части Апеннинского полуострова, на Балканском полуострове и полуострове Пелопоннес, в южной части акватории Черного моря, на полуострове Малая Азия и Аравийском полуострове, на горных хребтах Кавказа, в западной части акватории Каспийского моря, в акватории Красного моря, в акватории Персидского залива и в западной части акватории Индийского океана.

## Лунные затмения

### Частное теневое лунное затмение 25-26 апреля 2013 года.

Затмение можно будет наблюдать в Европе, в Азии (кроме ее северо-восточной части), в Африке, в Австралии, в Антарктиде, в акватории Индийского океана, а также в центральной и юго-восточной части акватории Атлантического океана. В этот день южнее параллели 75.7° ю.ш. Луна не заходит за горизонт, а севернее параллели 75.5° с.ш. — не восходит.



Карта видимости частного теневого лунного затмения 25-26 апреля 2013 года

*Обстоятельства затмения:*

Начало частного полутеневого затмения  
25 апреля в 20ч02м  
Начало частного теневого затмения  
21ч52м  
Момент максимальной фазы 22ч08м  
Конец частного теневого затмения  
22ч24м  
Конец частного полутеневого затмения  
26 апреля в 0ч14м

Продолжительность всего затмения 4ч12м, продолжительность его частной теневого фазы – 32м.

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  $P=63.5^\circ$ , для его конца –  $P=324.2^\circ$ ; для начала частного теневого затмения  $P=22.4^\circ$ , для его конца –  $P=5.3^\circ$ . Угловой радиус полутени равен  $46493''$ , радиус тени –  $27043''$ . Максимальная фаза полутеневого затмения 1.012, максимальная фаза теневого – 0.021.

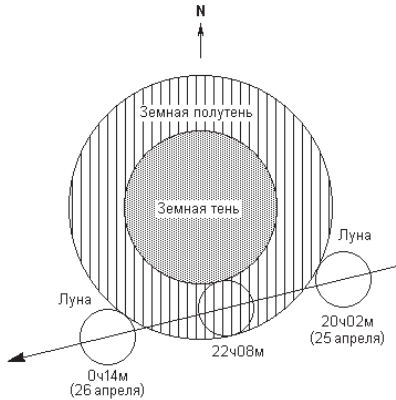
Географические координаты точек земной поверхности, для которых Луна будет находиться в зените в следующие моменты:

Начало частного теневого затмения 14.4° ю.ш., 61.1° в.д.  
Момент максимальной фазы 14.4° ю.ш., 57.3° в.д.  
Конец частного теневого затмения 14.5° ю.ш., 53.4° в.д.

*Эфемериды лунного затмения 25-26 июня 2013 года*

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

$T$	$\sigma$	$d$	$P$	Фаза	
				тени	п/тени
ч м "	"	"	о		
20 00	5673	2.100	64.2	—	0.000
20 10	5416	2.005	61.9	—	0.108
20 20	5169	1.914	59.3	—	0.234
20 30	4933	1.826	56.5	—	0.354
20 40	4711	1.743	53.4	—	0.468
20 50	4502	1.666	50.0	—	0.574
21 00	4311	1.595	46.3	—	0.672
21 10	4139	1.532	42.3	—	0.759
21 20	3989	1.476	38.0	—	0.836
21 30	3863	1.429	33.3	—	0.900
21 40	3764	1.392	28.4	—	0.951
21 50	3694	1.366	23.2	0.000	0.987
22 00	3654	1.352	17.9	0.016	1.007
22 10	3646	1.349	12.5	0.020	1.011



Видимый путь Луны в затмении 25-26 апреля 2013 года

$T$	$\sigma$	$d$	$P$	Фаза	
				тени	п/тени
ч м "	"	"	о		
22 20	3670	1.357	7.2	0.008	0.999
22 30	3725	1.378	1.9	0.000	0.971
22 40	3810	1.409	356.9	—	0.928
22 50	3923	1.451	352.1	—	0.870
23 00	4062	1.502	347.6	—	0.800
23 10	4224	1.562	343.4	—	0.717
23 20	4406	1.629	339.5	—	0.624
23 30	4607	1.703	336.0	—	0.522
23 40	4823	1.783	332.7	—	0.412
23 50	5054	1.868	329.8	—	0.295
0 00	5296	1.957	327.1	—	0.172
0 10	5549	2.050	324.6	—	0.043
0 20	5811	2.147	322.4	—	0.000

Луна будет находиться в созвездии Девы вблизи восходящего узла своей орбиты и пройдет по южной части земной тени и полутени (см. рисунок). Во время затмения недалеко от Луны будут находиться яркая звезда Спика (б Девы) и планета Сатурн.

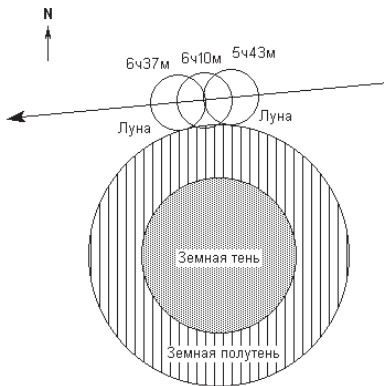
### Частное полутеневое лунное затмение 25 мая 2013 года.

Затмение можно будет наблюдать в юго-западной части Европы, в Африке (кроме ее северо-восточной части), в Северной Америке (кроме ее северо-западной части), в Южной Америке, в Антарктиде, в акватории Атлантического океана, а также в центральной и юго-восточной части акватории Тихого океана. В этот день южнее параллели 70.7° ю.ш. Луна не заходит за горизонт, а севернее параллели 70.5° с.ш. - не восходит.

*Обстоятельства затмения:*

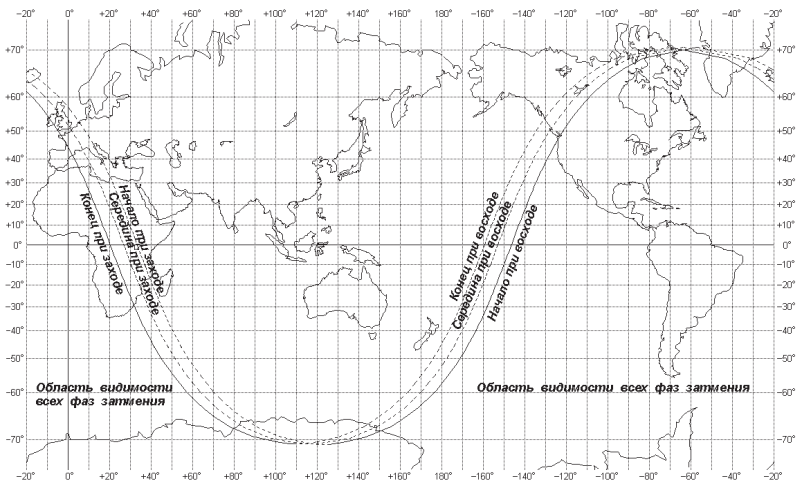
Начало частного полутеневого затмения  
25 мая в 5ч43м  
Момент максимальной фазы 6ч10м  
Конец частного полутеневого затмения  
6ч37м  
Продолжительность всего затмения 54м.

Углы положения контактов, отсчитываемые от северной точки лунного диска против часовой стрелки, равны: для начала частного полутеневого затмения  $P=175.7^\circ$ , для его конца -  $P=195.0^\circ$ .



Видимый путь Луны в затмении 25 мая 2013 года

начала частного полутеневого затмения  $P=175.7^\circ$ , для его конца -  $P=195.0^\circ$ .



Карта видимости частного полутеневого лунного затмения 25 мая 2013 года

Угловой радиус полутени равен 47063", радиус тени – 27733". Максимальная фаза полутеневого затмения 0.040.

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

Начало частного полутеневого затмения	19.4° ю.ш., 72.7° з.д.
Момент максимальной фазы	19.4° ю.ш., 63.2° з.д.
Конец частного полутеневого затмения	19.4° ю.ш., 69.7° з.д.

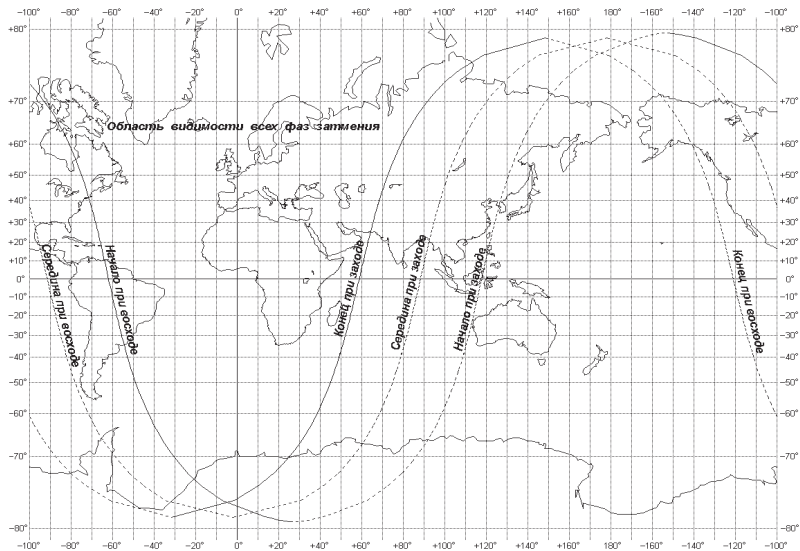
Луна будет находиться в созвездии Скорпиона вблизи восходящего узла своей орбиты и пройдет по северной части земной полутени (см. рисунок). Но поскольку затмение в Украине не наблюдается, его эфемерида здесь не приводится.

### Частное полутеневое лунное затмение 18-19 октября 2013 года.

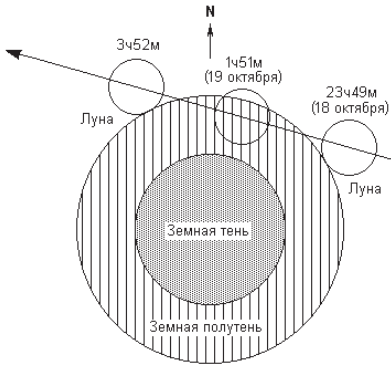
Затмение можно будет наблюдать в Европе, в Азии (кроме ее восточной части), в Африке, в Австралии, в Северной Америке (кроме полуострова Аляска), в Южной Америке, на побережье Восточной Антарктиды, в акватории Северного Ледовитого океана, в акватории Атлантического океана, в восточной части акватории Тихого океана и в акватории Индийского океана. В этот день севернее параллели 79.1° с.ш. Луна не заходит за горизонт, а южнее параллели 78.9° ю.ш. – не восходит.

*Обстоятельства затмения:*

Начало частного полутеневого затмения	18 октября в 23ч49м
Момент максимальной фазы	19 октября в 1ч51м
Конец частного полутеневого затмения	3ч52м
Продолжительность всего затмения	4ч03м.



Карта видимости частного полутеневого лунного затмения 18-19 октября 2013 года



Видимый путь Луны  
в затмении 18-19 октября 2013 года

Конец частного полутеневого затмения

Луна будет находиться в созвездии Рыб вблизи нисходящего узла своей орбиты и пройдет по северной части земной полутени (см. рисунок).

*Эфемериды лунного затмения 18-19 октября 2013 года*

Принятые обозначения:  $T$  – момент по киевскому времени;  $\sigma$  – 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).

$T$ ч м	$\sigma$ "	$d$	$P$ о	Фаза полутени
23 40	5574	2.227	118.7	0.000
23 50	5362	2.143	121.1	0.019
0 00	5160	2.062	123.5	0.128
0 10	4968	1.986	126.2	0.231
0 20	4788	1.914	129.1	0.328
0 30	4620	1.847	132.2	0.417
0 40	4467	1.786	135.6	0.500
0 50	4330	1.732	139.1	0.573
1 00	4211	1.684	142.9	0.637
1 10	4111	1.644	146.8	0.691
1 20	4031	1.612	151.0	0.734
1 30	3973	1.589	155.3	0.765
1 40	3937	1.575	159.7	0.784
1 50	3925	1.570	164.1	0.790

Углы положения контактов, отсчитываемые от северной точки лунного диска против часовой стрелки, равны: для начала частного полутеневого затмения  $P=120.9^\circ$ , для его конца –  $P=207.6^\circ$ . Угловой радиус полутени равен  $44653''$ , радиус тени –  $24993''$ . Максимальная фаза полутеневого затмения  $0.791$ .

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

Начало частного полутеневого затмения  $10.7^\circ$  с.ш.,  $27.8^\circ$  в.д.

Момент максимальной фазы  $11.0^\circ$  с.ш.,  $1.7^\circ$  з.д.

Конец частного полутеневого затмения  $11.3^\circ$  с.ш.,  $31.2^\circ$  з.д.

$T$ ч м	$\sigma$ "	$d$	$P$ о	Фаза полутени
2 00	3936	1.575	168.5	0.784
2 10	3971	1.589	172.9	0.766
2 20	4028	1.612	177.2	0.735
2 30	4107	1.644	181.4	0.692
2 40	4206	1.684	185.3	0.639
2 50	4324	1.731	189.1	0.575
3 00	4460	1.786	192.7	0.502
3 10	4612	1.846	196.0	0.420
3 20	4778	1.913	199.1	0.330
3 30	4957	1.985	202.0	0.234
3 40	5148	2.062	204.7	0.131
3 50	5349	2.142	207.2	0.023
4 00	5559	2.227	209.5	0.000

## ДИАГРАММА ВИДИМОСТИ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

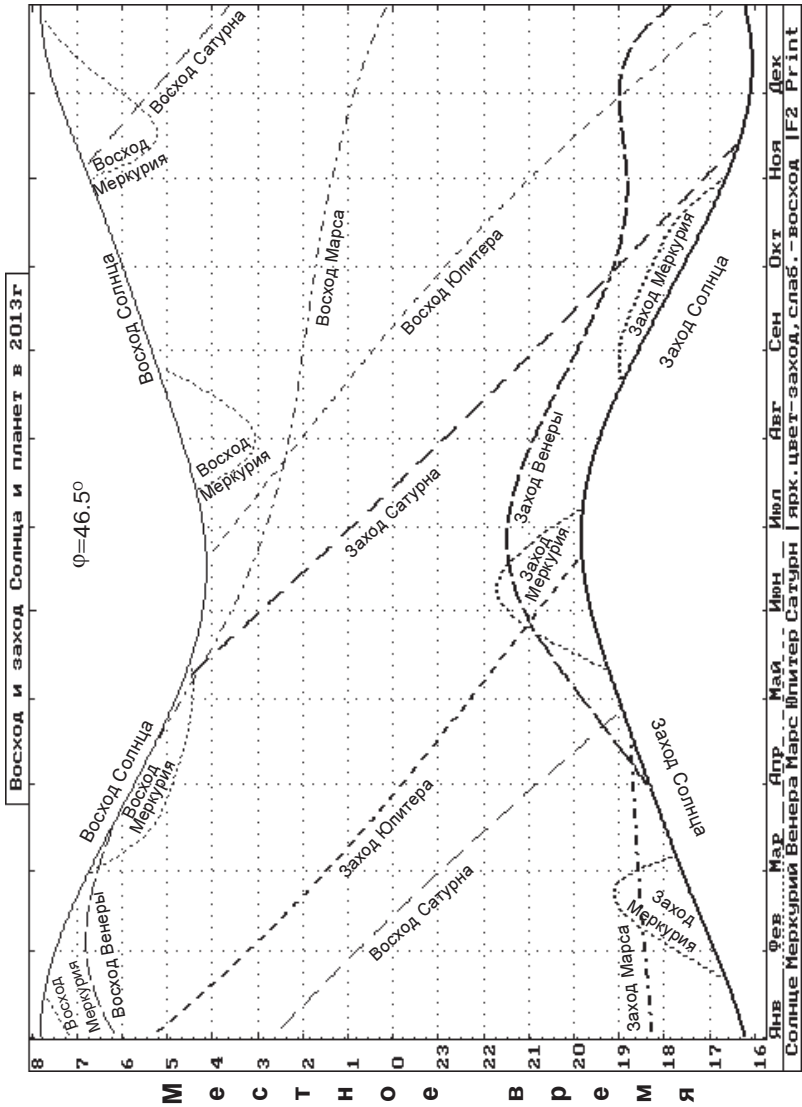
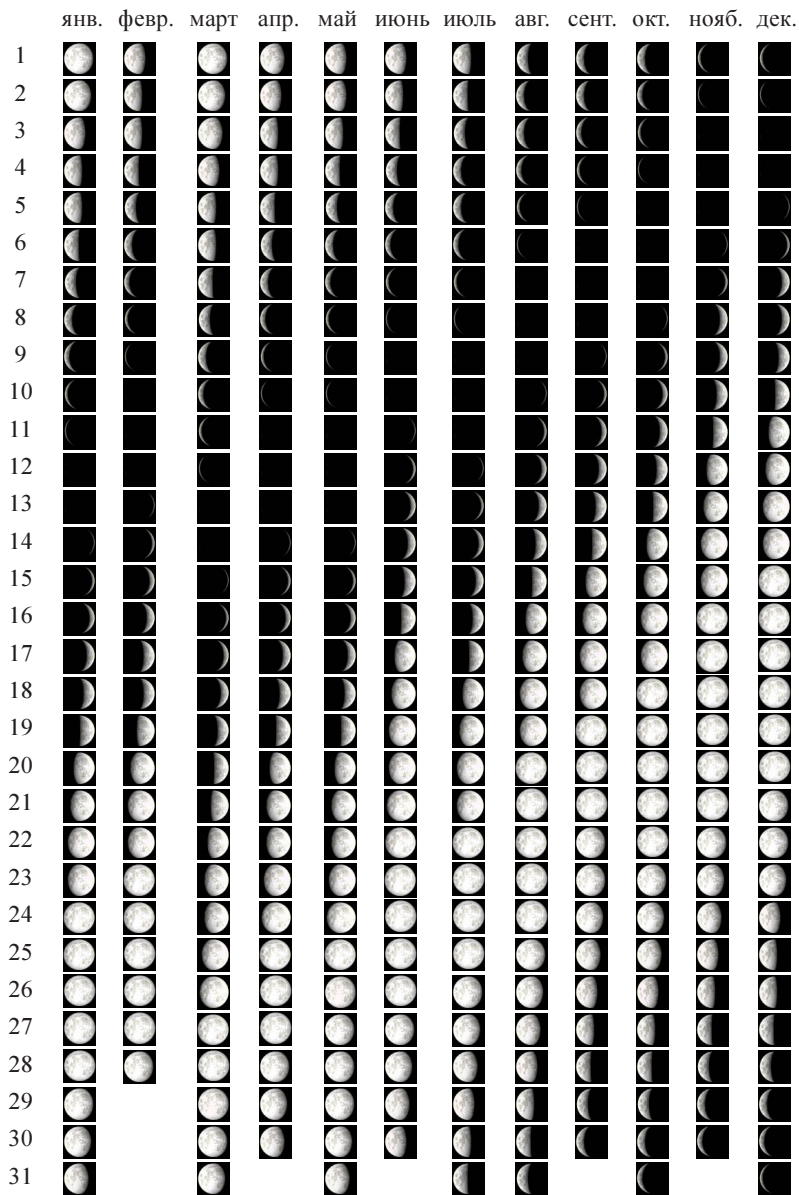


График восхода и захода Солнца и планет в 2013 году.  
Линии восхода и захода Солнца даны для Одессы ( $\varphi=46.5^\circ$ ).

## ФАЗЫ ЛУНЫ В 2013 ГОДУ





## БОЛЬШИЕ ПЛАНЕТЫ

### ХАРАКТЕРИСТИКИ БОЛЬШИХ ПЛАНЕТ

Планета	Среднее расстояние от Солнца		Сидерич. период обрщ. (троп.год)	Период вращ. (сутки)	Масса $10^{24}$ кг	Средний радиус (км)	Температура (°С) на поверхности
	а.е	млн.км					
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 2013 году будут три периода утренней видимости и два периода вечерней видимости Меркурия. Планета видна низко над горизонтом на фоне утренней или вечерней зари.

Первый период вечерней видимости Меркурия начинается в начале февраля и длится до конца месяца. 2 февраля Меркурий виден в созвездии Козерога сразу после захода Солнца на юго-западе. Продолжительность видимости планеты всего несколько минут. Геоцентрическое расстояние Меркурия 1.27 а.е., блеск равен  $-1.0^m$ , видимый диаметр диска 5.3". Меркурий быстро перемещается прямым движением по небесной сфере и уже 4 февраля переходит в созвездие Водолея. 8 февраля Меркурий пройдет в  $0.3^\circ$  севернее Марса, будучи ярче него на две звездные величины. Продолжительность видимости планеты возрастает и к середине месяца составляет один час. Меркурий приближается к Земле, его блеск уменьшается к концу месяца до  $+2.0^m$ , а видимый диаметр увеличивается до 9.4". 22 февраля прямое движение сменяется попятным и через несколько дней Меркурий скрывается в солнечных лучах. 4 марта планета проходит между Землей и Солнцем, к нам обращено ночное полушарие.

В середине марта начинается первый период утренней видимости Меркурия, продолжающийся до начала апреля. В начале периода видимости планета видна низко на юго-востоке незадолго до восхода Солнца на фоне созвездия Водолея. Меркурий удаляется от Земли, его геоцентрическое расстояние, видимый блеск и фаза возрастают. 16 марта попятное движение сменяется прямым. 31 марта наступает наибольшая западная элонгация, но условия видимости ухудшаются из-за быстрого увеличения склонения Солнца. К концу первой недели апреля блеск планеты достигает  $0^m$  и период утренней видимости заканчивается.

Второй период вечерней видимости Меркурия начинается в третьей декаде мая. Планета перемещается прямым движением по созвездию Тельца, выходя из-за Солнца и медленно приближаясь к Земле. 25 мая Меркурий сблизится с Венерой на расстояние  $1.4^\circ$ . Блеск планет соответственно  $-0.9^m$  и  $-3.8^m$ . 27 мая Меркурий

пройдет на  $2.4^\circ$  севернее Юпитера. При этом Юпитер будет в 2.5 раза ярче. 1 июня планета переходит в созвездие Близнецов. В это время условия видимости Меркурия наилучшие. На юге Украины планету можно наблюдать более часа у северо-западного горизонта после захода Солнца. 12 июня наступает наибольшая восточная элонгация, после чего условия видимости ухудшаются. 21 июня произойдет второе сближение Меркурия с Венерой. Угловое расстояние между планетами будет менее  $2^\circ$ , но Венера будет сиять на небе более чем в 100 раз ярче Меркурия. Планета приближается к Земле, ее блеск уменьшается до  $+2.2^m$ , и в конце июня период вечерней видимости Меркурия заканчивается.

В третьей декаде июля начинается второй период утренней видимости Меркурия. В это время планета движется прямым движением в созвездии Близнецов, постепенно удаляясь от Земли. Ее блеск быстро возрастает от  $+2.3^m$  до  $-1.5^m$  к середине августа. 30 июля Меркурий достигает наибольшего углового удаления от Солнца. 8 августа планета переходит в созвездие Рака и в конце второй декады августа скрывается в лучах утренней зари. Наступает самый продолжительный период невидимости.

Меркурий вновь можно увидеть утром в юго-восточном направлении в первых числах ноября. В это время планета перемещается попятным движением по созвездию Девы. Блеск быстро увеличивается – Меркурий удаляется от Земли. Наступает самое благоприятное время для наблюдений этой планеты. 10 ноября попятное движение сменяется прямым, 18 ноября Меркурий находится на наибольшем угловом удалении от Солнца, а на следующий день переходит в созвездие Весов. 26 ноября Меркурий проходит на  $0.3^\circ$  южнее планеты Сатурн, будучи в три раза ярче нее. Блеск планеты нарастает до  $-0.7^m$ , а угловой диаметр уменьшается до  $5''$ . Утренняя видимость заканчивается в начале второй декады декабря. 29 декабря Меркурий в верхнем соединении, на наибольшем расстоянии от Земли.

Эфемериды Меркурия приведены на стр. 60, а карты его видимого пути – на стр. 61-62.

**Венера.** 2013 год в целом неблагоприятен для наблюдений Венеры. Всю первую половину года Венера находится за Солнцем и с Земли практически не видна. Начиная со второй половины мая начинается период вечерней видимости Венеры, длящийся до конца года. Но условия для наблюдений в северном полушарии Земли остаются неудовлетворительными.

В первой декаде января планета видна утром незадолго до восхода Солнца. Время ее видимости меньше одного часа и быстро сокращается, Венера, удаляясь от Земли, заходит за Солнце. К нам обращено дневное полушарие, видимый угловой диаметр менее  $11''$ . 6 января Венера переходит из созвездия Змееносца в созвездие Стрельца, где в середине января исчезает в лучах утренней зари. При этом блеск ее  $-3.8^m$ .

В середине мая начинается период вечерней видимости Венеры. Планета догоняет Землю, выходя из-за Солнца на фоне созвездия Тельца. Видимый угловой диаметр  $10''$  медленно увеличивается, а геоцентрическое расстояние уменьшается. Блеск при этом остается близок к  $-3.8^m$ . Венера перемещается прямым движением, удаляясь от Солнца. Условия видимости медленно улучшаются. 25 мая Венера пройдет на расстоянии  $1.4^\circ$  от Меркурия, а 28 мая

сблизится с Юпитером на расстояние всего  $1^\circ$ . В это время блеск Венеры  $-3.8^m$ , а Юпитера  $-1.8^m$ . Две самых ярких планеты можно рассмотреть у северо-западного горизонта вскоре после захода Солнца. При этом немного выше будет замечен Меркурий с блеском  $-0.5^m$ . 3 июня Венера переходит в созвездие Близнецов. 20 июня будет наблюдаться второе сближение с Меркурием, на этот раз Венера севернее на  $1.9^\circ$ , ее звездная величина  $-3.7^m$ , а Меркурия  $+1.4^m$ . 26 июня Венера переходит в созвездие Рака, а 12 июля – в созвездие Льва. В целом условия видимости планеты остаются неблагоприятными, ее можно наблюдать низко над северо-западным горизонтом в течение июня и июля. 22 июля Венера пройдет севернее звезды Регул, а в августе пересечет небесный экватор, поэтому искать ее надо низко на западе в лучах вечерней зари. 11 августа планета переходит в созвездие Девы, ее геоцентрическое расстояние сокращается до  $1.26$  а.е., видимый диаметр увеличивается до  $13.5''$  – планета постепенно выходит из-за Солнца, приближаясь к Земле. 6 сентября Венера пройдет вблизи звезды Спики, а 20 сентября в  $3.8^\circ$  южнее Сатурна, значительно превосходя его в блеске. С 18 сентября по 7 октября Венера движется на фоне созвездия Весов. 16 октября планета пройдет севернее яркой звезды Антарес в созвездии Скорпиона.

2 ноября Венера переходит в созвездие Стрельца, в котором остается до конца года. 7 декабря блеск планеты наибольший  $-4.8^m$ . 20 декабря Венера переходит от прямого движения к попятному, постепенно обгоняя Землю на околосолнечной орбите. Геоцентрическое расстояние к концу года сокращается до 42 млн. км, а видимый угловой диаметр достигает  $60''$ . Планета по-прежнему видна вечером низко на юго-западе.

Эфемериды Венеры приведены на стр. 63, а карты ее видимого пути – на стр. 61-62.

**Марс.** Первая половина 2013 года неблагоприятна для наблюдений Марса. Планета находится далеко от Земли и скрывается в солнечных лучах. Во втором полугодии наступает утренняя видимость, условия наблюдений постепенно улучшаются. В конце года Марс хорошо виден после полуночи.

В начале года Марс виден на фоне вечерней зари в созвездии Козерога. Планета находится за Солнцем, геоцентрическое расстояние  $2.2$  а.е., угловой диаметр  $4.2''$ , а блеск не превышает  $+1.2^m$ .

Весь январь Марс движется в прямом направлении по созвездию Козерога, постепенно заходя за Солнце. В третьей декаде января планета исчезает в лучах Солнца. 18 апреля Марс в верхнем соединении.

Утренняя видимость планеты начинается в первой декаде июля. Марс можно отыскать низко над северо-восточным горизонтом в созвездии Тельца. Блеск невелик, не превышает  $+1.5^m$ . Геоцентрическое расстояние более  $2.4$  а.е., но медленно сокращается. 14 июля Марс переходит в созвездие Близнецов, а 22 июля проходит в  $0.8^\circ$  севернее Юпитера, уступая ему в блеске более трех звездных величин. 25 августа Марс пересекает границу созвездия Рака. Продолжительность видимости быстро увеличивается и к середине сентября достигает трех часов. Блеск планеты близок к  $+1.6^m$ , так что она не выделяется на фоне ярких звезд. 26 сентября Марс переходит в созвездие Льва, где 15 октября сближается со звездой Регул. Блеск обоих светил почти одинаков.

25 ноября Марс переходит в созвездие Девы, оставаясь в нем до конца года. В это время он восходит вскоре после полуночи, оставаясь доступным для наблюдений всю вторую половину ночи. Геоцентрическое расстояние сокращается до 1.6 а.е., видимый диаметр увеличивается до 6", а блеск к концу года достигает +0.9<sup>m</sup>.

Самый благоприятный период для наблюдений Марса октябрь, ноябрь и декабрь. Эфемериды Марса приведены на стр. 64, а карты его видимого пути – на стр. 65.

**Юпитер.** В январе Юпитер виден на протяжении всей ночи в направлении созвездия Тельца неподалеку от рассеянного звездного скопления Гиады. Угловой диаметр планеты в начале месяца близок максимальному (46.8"), геоцентрическое расстояние минимально 4.2 а.е., а блеск достигает -2.7<sup>m</sup>. 30 января попятное движение сменяется прямым. Продолжительность видимости постепенно сокращается. Планета остается в созвездии Тельца до третьей декады мая, когда скрывается в лучах вечерней зари над северо-западным горизонтом. Блеск Юпитера уменьшается до -1.9<sup>m</sup>, а видимый диаметр до 33". 27 мая на небесной сфере произойдет сближение с Меркурием, а 28 мая с Венерой. Наименьшее угловое расстояние между Венерой и Юпитером 1°. Три планеты будут наблюдаться практически в одном направлении.

Во второй половине июля Юпитер появляется на фоне утренней зари, перемещаясь прямым движением на фоне созвездия Близнецов. Геоцентрическое расстояние превышает 6 а.е., планета находится за Солнцем, медленно выходя из-за него. 22 июля Юпитер пройдет на 0.8° южнее Марса, существенно превосходя его в блеске. Время видимости планеты увеличивается. В начале октября Юпитер восходит около полуночи, высоко поднимаясь над горизонтом к концу ночи. Геоцентрическое расстояние сокращается до 5.2 а.е., блеск увеличивается до -2.0<sup>m</sup>, а видимый диаметр до 38".

7 ноября прямое движение Юпитера сменяется попятным. Время видимости продолжает увеличиваться, так что с начала декабря планета видна на протяжении всей ночи в созвездии Близнецов. К концу года геоцентрическое расстояние уменьшается до 4.2 а.е., а блеск достигает наибольшего значения -2.7<sup>m</sup>.

Самый благоприятный период для наблюдений Юпитера – январь, ноябрь и декабрь. Эфемериды и карта видимого пути планеты приведены на стр. 66.

**Сатурн.** В начале года планета находится в западной части созвездия Весов. Отыскать его можно перед рассветом над юго-восточным горизонтом. Геоцентрическое расстояние около 10.2 а.е., угловой экваториальный диаметр планеты 16.3", видимая звездная величина +0.9<sup>m</sup>. Сатурн движется по небесной сфере прямым движением, приближаясь к Земле. Время видимости планеты постепенно увеличивается. В феврале Сатурн восходит вблизи полуночи и доступен для наблюдений вторую половину ночи в юго-восточной и южной частях неба. 19 февраля прямое движение сменяется попятным. Продолжительность видимости непрерывно увеличивается.

28 апреля наступает противостояние. В это время Сатурн восходит вечером и виден в южной части неба на протяжении всей ночи как светило +0.4<sup>m</sup>. Это наиболее благоприятный период для наблюдений Сатурна. Геоцентрическое расстояние уменьшается до 8.8 а.е., угловой экваториальный диаметр 18.8".

17 мая планета переходит в созвездие Девы, медленно удаляясь от Земли. Летом планета видна в первой половине ночи довольно низко в южной части небесной

сферы. 9 июля попятное движение Сатурна сменяется прямым. Блеск ослабевает до  $+0.6^m$ , геоцентрическое расстояние увеличивается до  $9.5$  а.е. 28 августа Сатурн возвращается в созвездие Весов. Отыскать его в это время можно вечером низко на юго-западе в сумерках. В сентябре Сатурн скрывается за Солнцем.

В конце ноября Сатурн можно отыскать в лучах утренней зари как светило  $+0.6^m$  в том же созвездии Весов. 26 ноября произойдет сближение Сатурна с Меркурием, угловое расстояние между планетами составит всего  $0.3^\circ$ . Меркурий будет втрое ярче Сатурна. До конца года Сатурн перемещается прямым движением, выходя из-за Солнца. Продолжительность видимости увеличивается – планета все раньше восходит во второй половине ночи.

Весь год Сатурн обращен к Земле северным полушарием. Раскрытие колец Сатурна (отношение малой полуоси к большой  $b/a$ ) в первой половине 2013 года максимально в конце марта – начале апреля, а затем незначительно уменьшается, и достигает минимума в августе. Начиная с сентября и до конца года раскрытие колец увеличивается. Самый благоприятный период для наблюдений Сатурна – март, апрель и май. Эфемериды и карта видимого пути планеты приведены на стр. 67.

**Уран.** В начале года Уран виден вечером в южной части небесной сферы. Он движется в прямом направлении по созвездию Рыб. Его блеск  $+5.9^m$ , геоцентрическое расстояние  $20.1$  а.е. и постепенно увеличивается. Угловой диаметр диска  $3.5''$  и медленно уменьшается. Планета заходит за Солнце, на протяжении января-февраля время вечерней видимости сокращается. 2 марта Уран переходит в созвездие Кита и скрывается в лучах вечерней зари.

Во второй половине мая Уран появляется на востоке на фоне утренних сумерек в южной части созвездия Рыб. Планета выходит из-за Солнца, расстояние до нее  $20.7$  а.е., угловой диаметр диска  $3.4''$ . На протяжении июня и июля условия видимости улучшаются, Уран восходит все раньше, продолжительность видимости увеличивается. После стояния 18 июля его прямое движение меняется на попятное. В августе-сентябре Уран восходит до полуночи, его блеск возрастает до  $+5.7^m$ .

3 октября наступает противостояние Урана. В это время условия для наблюдений планеты наилучшие. Уран виден всю ночь, геоцентрическое расстояние минимально,  $19.04$  а.е., диаметр диска  $3.70''$ . В конце октября, в ноябре продолжительность видимости Урана начинает уменьшаться. Пройдя 18 декабря точку стояния, Уран меняет попятное движение на прямое, которым будет перемещаться до конца года. В декабре планету можно наблюдать в первой половине ночи в созвездии Рыб неподалеку от границы с созвездием Кита.

Уран хорошо виден в бинокль, его диск различим в небольшой телескоп с увеличением не менее, чем в 60 раз. Самый благоприятный период для наблюдений Урана – сентябрь и октябрь. Эфемериды и карта видимого пути планеты приведены на стр. 68.

**Нептун.** На протяжении всего 2013 года планета перемещается по созвездию Водолея. В начале января Нептун виден вечером низко над юго-западным горизонтом. Планета перемещается прямым движением, постепенно удаляясь от Земли. 4 февраля Нептун пройдет на  $0.4^\circ$  к северу от Марса. Вечерняя видимость планеты заканчивается в начале февраля.

Утренняя видимость Нептуна начинается в апреле, когда он появляется на юго-востоке в лучах утренней зари. К концу месяца планету можно наблюдать на темном небе. Планета приближается к Земле, перемещаясь прямым движением. В июне Нептун восходит около полуночи. После стояния 7 июня планета меняет прямое движение на попятное. Продолжительность видимости увеличивается. В августе Нептун восходит вечером и доступен для наблюдений всю ночь. Противостояние Нептуна наступит 27 августа. В это время его геоцентрическое расстояние минимально и составляет 28,973 а.е., а блеск максимален (+7.8<sup>m</sup>). Видимый диаметр диска планеты равен 2.3".

В сентябре Нептун все еще виден всю ночь, удаляясь от Земли и перемещаясь попятным движением по небу. Пройдя 14 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.

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. Самый благоприятный период для наблюдений Нептуна – август и сентябрь. Эфемериды и карта видимого пути планеты приведены на стр. 69.

### ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВИДИМОСТИ ПЛАНЕТ (ДЛЯ ОДЕССЫ)

Дата 2013	Меркурий	Венера	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
	ч м	ч м	ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
Янв. 1	--	0 57	1 20	12 21	4 30	6 04	3 04
17	--	0 25	1 08	10 55	5 23	4 46	1 47
Февр. 2	0 20	--	0 53	9 29	6 08	3 26	0 27
18	1 08	--	0 35	8 07	6 52	2 05	--
Март 6	--	--	0 17	6 49	7 28	0 44	--
22	0 20	--	--	5 34	8 04	--	--
Апр. 7	0 09	--	--	4 19	8 40	--	0 14
23	--	--	--	3 08	8 56	--	0 43
Май 9	--	0 22	--	1 57	8 05	--	1 14
25	0 51	0 40	--	0 50	7 09	0 38	1 51
Июнь 10	1 11	0 51	--	--	5 48	1 25	2 44
26	0 13	0 53	0 31	--	4 38	2 28	3 47
Июль 12	--	0 50	1 02	0 38	3 41	3 50	5 06
28	0 50	0 47	1 36	1 44	2 52	5 16	6 18
Авг. 13	0 36	0 45	2 10	2 53	2 16	6 46	7 14
29	--	0 46	2 42	4 04	1 45	8 12	8 12
Сент. 14	--	0 49	3 12	5 19	1 18	9 10	8 46
30	--	0 58	3 42	6 33	0 51	10 05	8 14
Окт. 16	--	1 14	4 14	7 49	0 22	10 56	7 40
Нояб. 1	--	1 37	4 48	9 11	--	10 18	7 01
17	1 16	2 02	5 24	10 36	0 23	9 30	6 11
Дек. 3	0 41	2 14	6 00	12 03	1 36	8 34	5 17
19	--	1 51	6 34	13 28	2 43	7 29	4 14
35	--	0 34	7 02	14 08	3 42	6 12	3 02

## 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  $\alpha$  и склонение  $\delta$ , 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  $d_{\text{п}} = kd$ , где  $k$  – коэффициент, зависящий от величины сжатия планеты у полюсов;  $d$  – видимый экваториальный диаметр диска планеты. Для Юпитера  $k = 0.935$ .

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  $\tau$  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. Эфемериды 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.

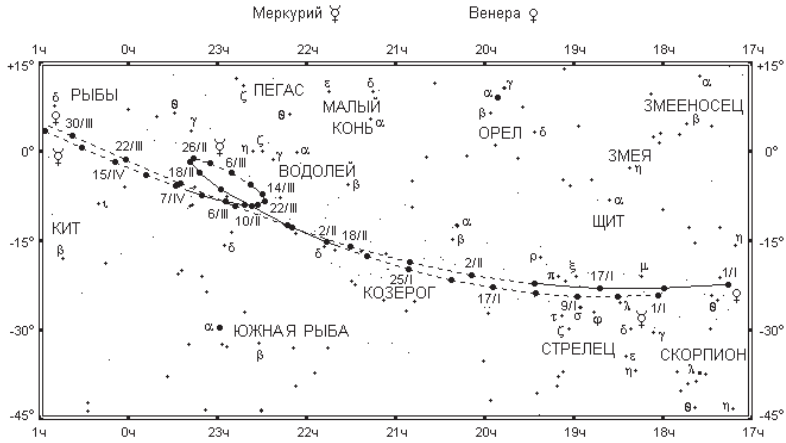
Продолжительность видимости ярких планет (Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна) дается по отношению к гражданским сумеркам, а Урана и Нептуна (невидимых невооруженным глазом) – по отношению к навигационным сумеркам.

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.

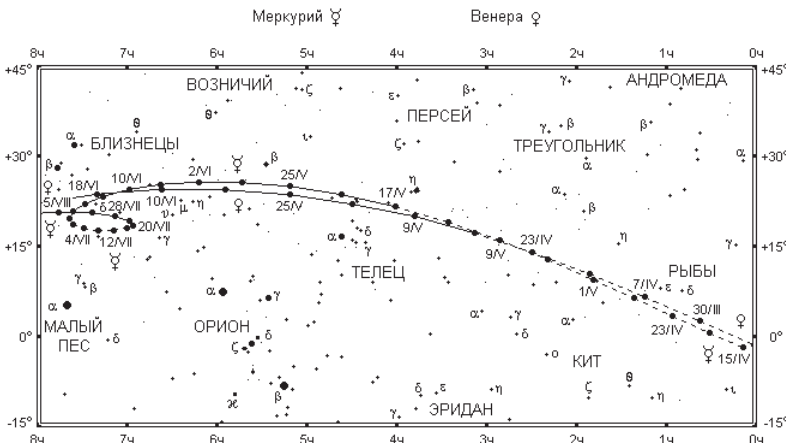
## МЕРКУРИЙ

Дата 2013	Для Одессы				В 0ч всемирного времени					
	$t_{\text{Вз}}$ ч м	$t_{\text{к}}$ ч м	$A$ °	$\tau$ ч м	$\alpha$ ч м с	$\delta$ ° ' "	$d'$ "	Фаза	Блеск $m$	
Вечерняя видимость										
Февр.	2	17 55	12 55	69	0 20	21 46 14	-15 10.0	5.2	0.93	-1.1
	6	18 18	13 05	73	0 38	22 12 31	-12 19.8	5.5	0.87	-1.0
	10	18 40	13 14	78	0 54	22 36 43	-9 17.9	6.0	0.77	-0.9
	14	18 57	13 18	82	1 05	22 57 14	-6 18.2	6.6	0.63	-0.7
	18	19 05	13 16	86	1 08	23 11 54	-3 41.7	7.4	0.45	-0.3
	22	19 01	13 06	88	0 58	23 18 27	-1 53.6	8.4	0.27	+0.6
	26	18 43	12 46	89	0 34	23 15 42	-1 15.7	9.4	0.11	+2.0
Утренняя видимость										
Март	14	5 26	10 58	80	0 15	22 29 33	-7 14.5	10.3	0.15	+1.9
	18	5 14	10 41	78	0 19	22 28 08	-8 26.0	9.7	0.24	+1.2
	22	5 06	10 30	77	0 20	22 32 35	-8 59.8	9.0	0.33	+0.8
	26	4 59	10 24	78	0 19	22 41 48	-8 57.7	8.4	0.41	+0.6
	30	4 54	10 21	78	0 16	22 54 40	-8 23.3	7.8	0.48	+0.4
Апр.	3	4 49	10 21	80	0 13	23 10 20	-7 20.6	7.3	0.54	+0.3
	7	4 45	10 24	82	0 09	23 28 11	-5 52.6	6.9	0.59	+0.2
Вечерняя видимость										
Май	21	20 37	12 40	127	0 30	4 36 27	+23 35.7	5.4	0.90	-1.3
	25	21 03	12 59	129	0 51	5 10 54	+24 54.5	5.7	0.80	-0.9
	29	21 22	13 15	130	1 05	5 42 58	+25 32.5	6.1	0.70	-0.5
Июнь	2	21 34	13 28	130	1 13	6 11 54	+25 34.5	6.6	0.61	-0.2
	6	21 39	13 37	129	1 15	6 37 12	+25 07.4	7.1	0.52	+0.1
	10	21 39	13 42	127	1 11	6 58 33	+24 18.5	7.7	0.43	+0.4
	14	21 33	13 43	125	1 03	7 15 40	+23 14.7	8.4	0.35	+0.7
	18	21 22	13 39	124	0 50	7 28 13	+22 02.6	9.2	0.28	+1.1
	22	21 06	13 30	122	0 34	7 35 54	+20 48.7	9.9	0.21	+1.5
	26	20 46	13 16	120	0 13	7 38 27	+19 39.3	10.7	0.14	+2.1
Утренняя видимость										
Июль	20	3 35	11 00	118	0 13	6 56 22	+18 29.7	10.1	0.11	+2.3
	24	3 18	10 47	119	0 35	6 58 40	+19 13.9	9.1	0.20	+1.4
	28	3 08	10 41	121	0 50	7 07 39	+19 57.7	8.2	0.31	+0.6
Авг.	1	3 05	10 42	121	0 59	7 23 21	+20 30.7	7.3	0.44	+0.0
	5	3 10	10 48	122	0 59	7 45 18	+20 41.0	6.6	0.59	-0.5
	9	3 24	11 00	121	0 51	8 12 30	+20 17.7	6.0	0.73	-0.9
	13	3 44	11 15	119	0 36	8 43 20	+19 13.3	5.6	0.86	-1.2
	17	4 10	11 32	116	0 15	9 15 46	+17 27.4	5.3	0.94	-1.5
Утренняя видимость										
Нояб.	5	6 05	11 11	72	0 08	14 14 33	-12 55.3	9.6	0.04	+3.3
	9	5 31	10 47	75	0 47	14 04 46	-10 55.6	8.8	0.19	+1.1
	13	5 15	10 33	75	1 09	14 05 49	-10 23.6	7.8	0.38	+0.0
	17	5 13	10 28	74	1 16	14 16 05	-11 07.4	6.9	0.56	-0.4
	21	5 20	10 29	72	1 14	14 32 30	-12 38.1	6.3	0.69	-0.6
	25	5 34	10 34	69	1 05	14 52 40	-14 31.2	5.8	0.79	-0.6
	29	5 50	10 41	66	0 54	15 15 05	-16 30.4	5.4	0.86	-0.6
Дек.	3	6 07	10 49	63	0 41	15 38 57	-18 25.8	5.2	0.91	-0.6
	7	6 25	10 58	60	0 27	16 03 49	-20 11.6	5.0	0.94	-0.6
	11	6 43	11 08	58	0 13	16 29 29	-21 43.8	4.9	0.96	-0.7





Видимый путь Меркурия в январе-апреле и Венеры в январе-марте 2013 года

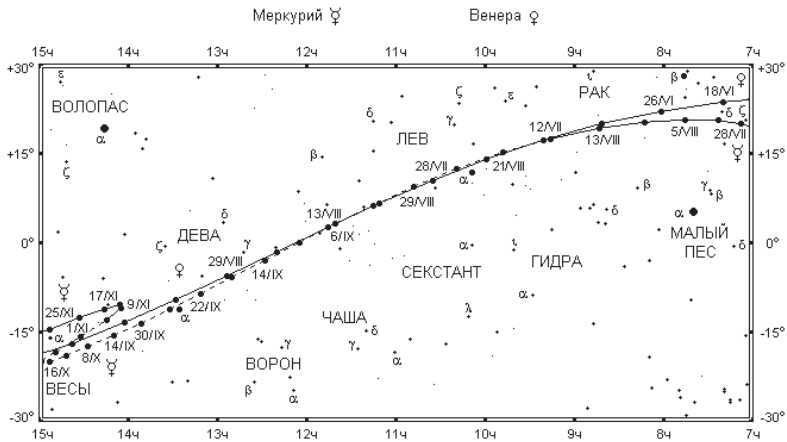


Видимый путь Меркурия в апреле-июле и Венеры в апреле-июне 2013 года

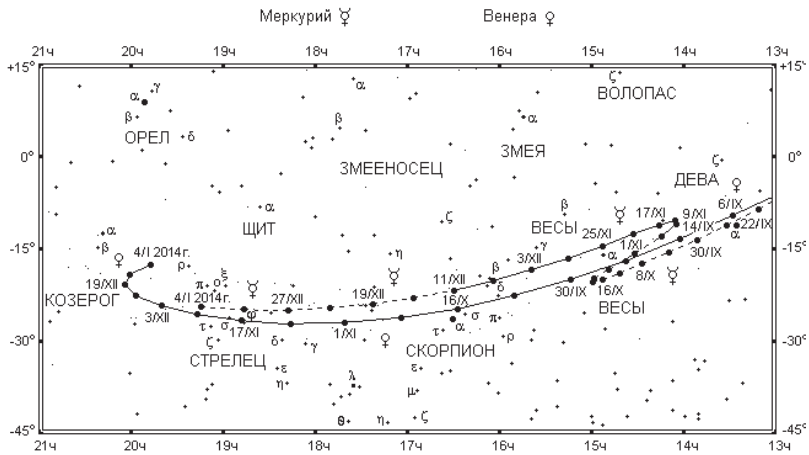
#### Конфигурации Меркурия

Верхнее соединение: 18 янв., 11 мая, 24 авг., 29 дек.  
 Нижнее соединение: 4 марта, 9 июля, 1 нояб.  
 Стояние: 22 февр., 16 марта, 26 июня, 20 июля, 21 окт., 10 нояб.  
 Наибольшая западная элонгация: 31 марта 27.8°, 30 июля 19.6°, 18 нояб. 19.5°  
 Наибольшая восточная элонгация: 16 февр. 18.1°, 12 июня 24.3°, 9 окт. 25.3°

4 янв. - афелий  
 17 февр. - перигелий  
 2 апр. - афелий  
 16 мая - перигелий  
 29 июня - афелий  
 12 авг. - перигелий  
 25 сент. - афелий  
 8 нояб. - перигелий  
 22 дек. - афелий



Видимый путь Меркурия в августе-ноябре и Венеры в июне-сентябре 2013 года



Видимый путь Меркурия и Венеры в сентябре-декабре 2013 года

## ВЕНЕРА

Дата 2013	Для Одессы				В 0ч всемирного времени					Блеск <i>m</i>
	$t_B$ ч м	$t_K$ ч м	$t_3$ ч м	$A$ °	$\alpha$ ч м с	$\delta$ ° ' "	$d$ "	Фаза		
Янв.	1	6 08	10 30	14 51	57	17 15 41	-22 20.7	10.8	0.94	-3.8
	9	6 24	10 42	14 59	56	17 59 03	-23 04.5	10.6	0.95	-3.8
	17	6 36	10 54	15 12	56	18 42 40	-23 03.4	10.4	0.96	-3.8
Февр.	25	6 44	11 06	15 28	57	19 26 02	-22 17.0	10.2	0.97	-3.8
	2	6 47	11 17	15 47	60	20 08 41	-20 47.4	10.1	0.97	-3.8
	10	6 46	11 27	16 08	63	20 50 18	-18 38.3	10.0	0.98	-3.8
	18	6 41	11 36	16 31	67	21 30 40	-15 54.9	9.9	0.99	-3.8
Март	26	6 34	11 43	16 53	72	22 09 49	-12 43.1	9.8	0.99	-3.8
	6	6 25	11 50	17 15	78	22 47 51	-9 09.4	9.8	1.00	-3.8
	14	6 14	11 55	17 37	83	23 25 01	-5 20.1	9.7	1.00	-3.9
Апр.	22	6 02	12 00	17 59	89	0 01 37	-1 21.5	9.7	1.00	-3.9
	30	5 50	12 05	18 21	95	0 38 00	+2 40.0	9.7	1.00	-3.9
	7	5 38	12 10	18 43	101	1 14 31	+6 38.4	9.7	1.00	-3.9
Май	15	5 27	12 16	19 05	106	1 51 32	+10 27.4	9.7	1.00	-3.9
	23	5 17	12 22	19 28	112	2 29 19	+14 00.8	9.7	0.99	-3.8
	1	5 09	12 29	19 51	116	3 08 08	+17 12.1	9.8	0.99	-3.8
Июнь	9	5 04	12 38	20 13	121	3 48 07	+19 55.2	9.9	0.98	-3.8
	17	5 02	12 47	20 34	124	4 29 16	+22 04.0	10.0	0.98	-3.8
	25	5 04	12 58	20 52	126	5 11 23	+23 33.3	10.1	0.97	-3.8
	2	5 11	13 09	21 08	128	5 54 08	+24 19.1	10.3	0.96	-3.7
Июль	10	5 22	13 21	21 19	127	6 37 04	+24 19.4	10.5	0.94	-3.7
	18	5 38	13 32	21 25	126	7 19 38	+23 34.1	10.7	0.93	-3.7
	26	5 56	13 42	21 26	124	8 01 22	+22 05.2	10.9	0.91	-3.7
	4	6 17	13 51	21 23	120	8 41 56	+19 56.6	11.2	0.90	-3.7
Авг.	12	6 39	13 58	21 17	116	9 21 08	+17 13.3	11.5	0.88	-3.8
	20	7 00	14 05	21 08	111	9 58 56	+14 01.2	11.9	0.86	-3.8
	28	7 22	14 09	20 56	106	10 35 26	+10 26.4	12.3	0.84	-3.8
	5	7 42	14 13	20 43	100	11 10 52	+6 34.9	12.8	0.82	-3.8
Сент.	13	8 03	14 16	20 29	94	11 45 32	+2 32.7	13.3	0.79	-3.8
	21	8 23	14 19	20 14	88	12 19 42	-1 34.3	13.9	0.77	-3.9
	29	8 43	14 21	19 59	82	12 53 42	-5 40.5	14.6	0.75	-3.9
	6	9 03	14 24	19 45	76	13 27 51	-9 40.3	15.3	0.72	-4.0
Окт.	14	9 23	14 27	19 31	71	14 02 26	-13 28.0	16.2	0.69	-4.0
	22	9 43	14 31	19 18	65	14 37 37	-16 57.9	17.2	0.67	-4.1
	30	10 02	14 35	19 07	60	15 13 31	-20 04.3	18.3	0.64	-4.1
Нояб.	8	10 21	14 40	18 59	56	15 50 07	-22 41.9	19.6	0.60	-4.2
	16	10 38	14 46	18 53	53	16 27 12	-24 45.8	21.1	0.57	-4.3
	24	10 52	14 51	18 50	51	17 04 16	-26 12.5	22.8	0.53	-4.4
Дек.	1	11 02	14 56	18 51	49	17 40 42	-26 59.8	24.9	0.50	-4.5
	9	11 06	14 59	18 53	49	18 15 38	-27 08.0	27.4	0.45	-4.6
	17	11 03	15 00	18 57	50	18 48 01	-26 39.8	30.4	0.41	-4.6
	25	10 54	14 57	19 00	52	19 16 36	-25 40.0	34.1	0.35	-4.7
Дек.	3	10 37	14 48	19 00	54	19 40 00	-24 15.8	38.5	0.29	-4.8
	11	10 13	14 33	18 53	57	19 56 33	-22 36.1	43.8	0.22	-4.8
	19	9 39	14 08	18 38	60	20 04 11	-20 50.9	49.9	0.15	-4.7
	27	8 56	13 33	18 11	62	20 01 07	-19 10.0	56.2	0.08	-4.4
35	8 03	12 47	17 32	65	19 47 25	-17 42.0	61.1	0.02	-3.9	

28 марта - верхнее соединение  
 1 нояб. - наибольшая восточная элонгация (47.1°)  
 7 дек. - наибольший блеск -4.8<sup>m</sup>  
 20 дек. - стояние

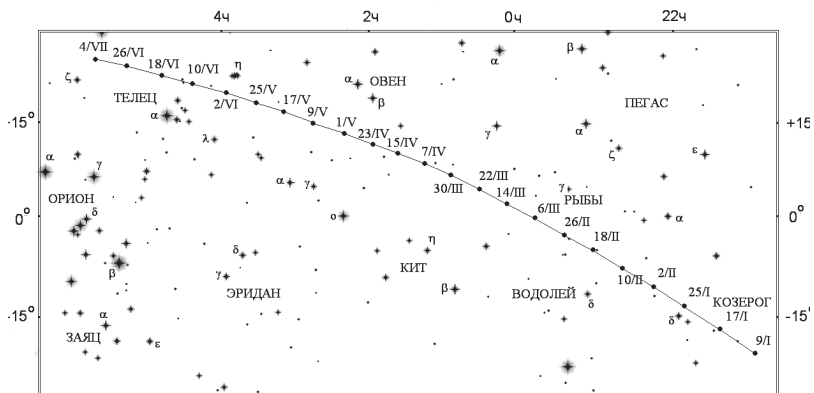
21 февр. - афелий  
 13 июня - перигелий  
 3 окт. - афелий

## МАРС

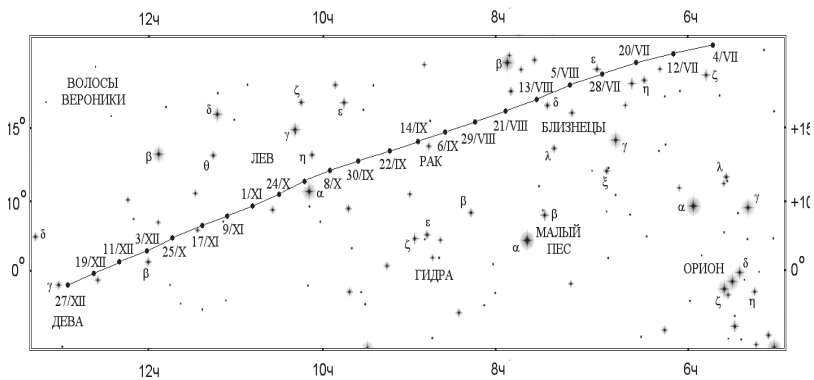
Дата 2013	Для Одессы				В 0ч всемирного времени					Фаза	Блеск <i>m</i>
	$t_B$ ч м	$t_K$ ч м	$t_3$ ч м	$A$ °	$\alpha$ ч м с	$\delta$ ° ' "	$d$ "				
Янв.	1	9 10	13 43	18 16	61	20 29 15	-20 12.5	4.2	0.98	+1.2	
	9	8 56	13 37	18 18	63	20 55 02	-18 33.8	4.2	0.98	+1.2	
	17	8 41	13 31	18 21	66	21 20 21	-16 42.2	4.1	0.98	+1.2	
Февр.	25	8 24	13 24	18 24	69	21 45 13	-14 39.5	4.1	0.99	+1.2	
	2	8 07	13 17	18 27	73	22 09 36	-12 27.5	4.1	0.99	+1.2	
	10	7 49	13 09	18 30	76	22 33 34	-10 07.8	4.0	0.99	+1.2	
	18	7 31	13 01	18 32	80	22 57 08	-7 42.3	4.0	0.99	+1.2	
Март	26	7 12	12 53	18 35	83	23 20 23	-5 12.8	4.0	1.00	+1.2	
	6	6 52	12 44	18 37	87	23 43 21	-2 41.0	4.0	1.00	+1.2	
	14	6 33	12 36	18 39	91	0 06 07	-0 08.6	3.9	1.00	+1.2	
Апр.	22	6 13	12 27	18 41	94	0 28 46	+2 22.8	3.9	1.00	+1.2	
	30	5 54	12 18	18 42	98	0 51 20	+4 51.6	3.9	1.00	+1.2	
	7	5 35	12 09	18 44	101	1 13 55	+7 16.3	3.9	1.00	+1.2	
	15	5 16	12 00	18 45	105	1 36 34	+9 35.5	3.9	1.00	+1.2	
Май	23	4 57	11 51	18 46	108	1 59 20	+11 48.0	3.8	1.00	+1.2	
	1	4 39	11 42	18 47	111	2 22 15	+13 52.4	3.8	1.00	+1.2	
	9	4 21	11 34	18 47	114	2 45 21	+15 47.6	3.8	1.00	+1.3	
Июнь	17	4 05	11 26	18 48	117	3 08 39	+17 32.4	3.8	1.00	+1.3	
	25	3 49	11 18	18 47	119	3 32 09	+19 06.1	3.8	1.00	+1.4	
	2	3 34	11 10	18 47	121	3 55 50	+20 27.6	3.8	1.00	+1.4	
	10	3 20	11 02	18 45	123	4 19 41	+21 36.4	3.8	0.99	+1.4	
	18	3 07	10 55	18 42	125	4 43 37	+22 31.8	3.8	0.99	+1.5	
Июль	26	2 56	10 47	18 39	126	5 07 35	+23 13.7	3.8	0.99	+1.5	
	4	2 46	10 40	18 34	126	5 31 32	+23 41.7	3.8	0.99	+1.5	
	12	2 37	10 32	18 27	127	5 55 23	+23 56.0	3.8	0.99	+1.5	
	20	2 29	10 24	18 19	127	6 19 02	+23 56.8	3.9	0.98	+1.6	
Авг.	28	2 22	10 16	18 10	127	6 42 25	+23 44.5	3.9	0.98	+1.6	
	5	2 16	10 07	17 59	126	7 05 28	+23 19.7	3.9	0.98	+1.6	
	13	2 10	9 58	17 46	125	7 28 07	+22 43.2	4.0	0.97	+1.6	
	21	2 05	9 49	17 32	123	7 50 19	+21 55.7	4.0	0.97	+1.6	
Сент.	29	2 01	9 39	17 17	122	8 12 03	+20 58.1	4.1	0.97	+1.6	
	6	1 56	9 29	17 01	120	8 33 16	+19 51.6	4.1	0.96	+1.6	
	14	1 52	9 18	16 44	118	8 53 58	+18 37.1	4.2	0.96	+1.6	
	22	1 47	9 07	16 26	116	9 14 09	+17 15.7	4.3	0.95	+1.6	
Окт.	30	1 42	8 55	16 07	114	9 33 49	+15 48.4	4.4	0.95	+1.6	
	8	1 37	8 42	15 47	112	9 52 58	+14 16.3	4.5	0.94	+1.6	
	16	1 32	8 29	15 27	109	10 11 37	+12 40.5	4.6	0.94	+1.5	
Нояб.	24	1 26	8 16	15 06	107	10 29 47	+11 01.9	4.7	0.93	+1.5	
	1	1 19	8 02	14 45	104	10 47 30	+9 21.6	4.9	0.93	+1.4	
	9	1 12	7 48	14 23	102	11 04 45	+7 40.6	5.0	0.92	+1.4	
	17	1 05	7 33	14 01	99	11 21 31	+5 59.9	5.2	0.92	+1.3	
Дек.	25	0 57	7 18	13 39	97	11 37 51	+4 20.3	5.4	0.91	+1.3	
	3	0 48	7 02	13 16	94	11 53 41	+2 43.0	5.7	0.91	+1.2	
	11	0 38	6 46	12 53	92	12 08 59	+1 08.9	6.0	0.91	+1.1	
	19	0 28	6 29	12 30	90	12 23 43	-0 21.2	6.3	0.91	+1.0	
	27	0 16	6 12	12 07	88	12 37 48	-1 46.1	6.6	0.90	+0.9	
35	0 04	5 54	11 43	86	12 51 08	-3 05.0	7.0	0.90	+0.8		

18 апр. - соединение

24 янв. - перигелий



Видимый путь Марса в январе-июне 2013года

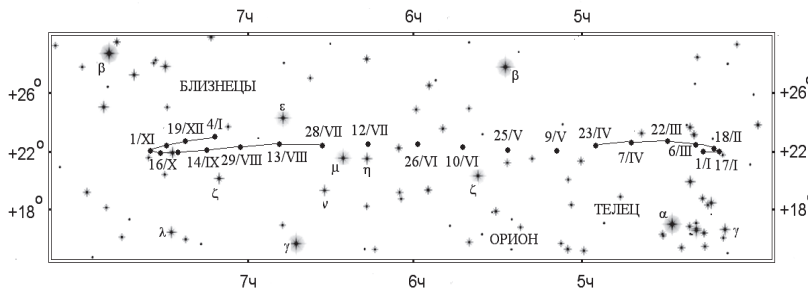


Видимый путь Марса в июле-декабре 2013 года

## ЮПИТЕР

Дата 2013	Для Одессы				В 0ч всемирного времени				Фаза	Блеск <i>m</i>
	$t_B$ ч м	$t_K$ ч м	$t_3$ ч м	$A$ °	$\alpha$ ч м с	$\delta$ ° ' "	$d$			
Янв.	1	13 57	21 35	5 16	122	4 24 28	+20 54.3	46.8	1.00	-2.7
	17	12 50	20 27	4 08	122	4 19 37	+20 46.7	44.9	0.99	-2.6
Февр.	2	11 46	19 23	3 04	122	4 18 19	+20 47.3	42.7	0.99	-2.5
	18	10 45	18 23	2 04	122	4 20 39	+20 56.6	40.5	0.99	-2.4
Март	6	9 46	17 26	1 08	122	4 26 22	+21 13.1	38.5	0.99	-2.3
	22	8 50	16 31	0 16	123	4 34 58	+21 34.5	36.7	0.99	-2.2
Апр.	7	7 56	15 39	23 23	124	4 45 56	+21 58.0	35.2	0.99	-2.1
	23	7 04	14 49	22 35	124	4 58 47	+22 21.1	34.0	1.00	-2.0
Май	9	6 13	14 01	21 48	125	5 13 00	+22 41.6	33.1	1.00	-2.0
	25	5 24	13 13	21 02	125	5 28 12	+22 57.8	32.5	1.00	-1.9
Июнь	10	4 36	12 26	20 16	126	5 43 58	+23 08.4	32.2	1.00	-1.9
	26	3 48	11 39	19 29	126	5 59 56	+23 13.1	32.1	1.00	-1.9
Июль	12	3 01	10 51	18 42	126	6 15 44	+23 11.5	32.3	1.00	-1.9
	28	2 14	10 04	17 53	125	6 31 01	+23 04.4	32.8	1.00	-1.9
Авг.	13	1 27	9 15	17 04	125	6 45 24	+22 52.6	33.5	1.00	-2.0
	29	0 38	8 25	16 12	125	6 58 29	+22 37.8	34.5	0.99	-2.0
Сент.	14	23 45	7 33	15 19	124	7 09 49	+22 21.9	35.9	0.99	-2.1
	30	22 52	6 40	14 24	124	7 18 55	+22 07.3	37.4	0.99	-2.2
Окт.	16	21 56	5 43	13 26	124	7 25 17	+21 56.5	39.3	0.99	-2.3
Нояб.	1	20 57	4 43	12 26	123	7 28 27	+21 51.8	41.3	0.99	-2.4
	17	19 53	3 40	11 23	124	7 28 04	+21 54.6	43.3	0.99	-2.5
Дек.	3	18 45	2 33	10 17	124	7 24 07	+22 05.0	45.0	1.00	-2.6
	19	17 34	1 23	9 08	124	7 17 08	+22 20.7	46.3	1.00	-2.7
	35	16 20	0 11	7 58	125	7 08 16	+22 38.4	46.8	1.00	-2.7

- 30 янв. - стояние
- 26 февр. - восточная квадратура
- 19 июня - соединение
- 12 окт. - западная квадратура
- 7 нояб. - стояние

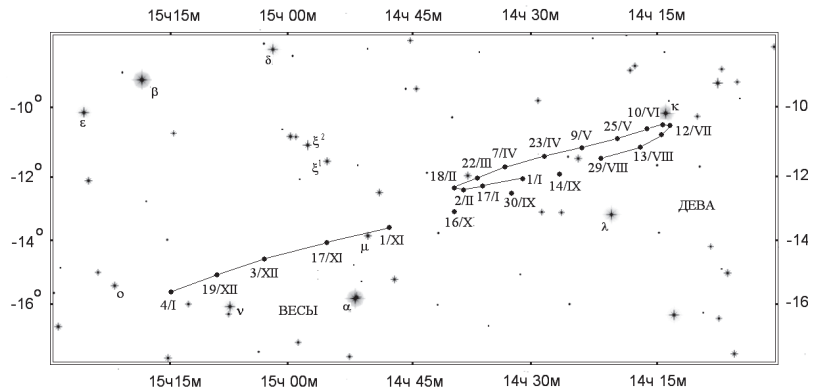


Видимый путь Юпитера в 2013 году

## САТУРН

Дата 2013	Для Одессы				В 0ч всемирного времени						
	$t_B$ ч м	$t_K$ ч м	$t_3$ ч м	$A$ °	$\alpha$ ч м с	$\delta$ ° ' "	$d$ "	Блеск $m$	$a$ "	$b$ "	
Янв.	1	2 36	7 44	12 53	72	14 31 37	-12 26.9	16.2	+0.6	36.7	11.9
	17	1 38	6 46	11 53	72	14 35 49	-12 43.7	16.6	+0.6	37.6	12.3
Февр.	2	0 39	5 46	10 52	72	14 38 32	-12 52.6	17.0	+0.5	38.6	12.8
	18	23 33	4 44	9 50	72	14 39 34	-12 53.4	17.5	+0.5	39.7	13.1
Март	6	22 29	3 40	8 47	72	14 38 52	-12 46.3	18.0	+0.4	40.7	13.4
	22	21 22	2 35	7 43	72	14 36 32	-12 32.0	18.3	+0.3	41.6	13.5
Апр.	7	20 14	1 28	6 38	73	14 32 55	-12 12.4	18.6	+0.2	42.2	13.5
	23	19 05	0 21	5 33	73	14 28 28	-11 49.8	18.8	+0.1	42.6	13.3
Май	9	17 56	23 09	4 27	74	14 23 48	-11 27.2	18.7	+0.2	42.5	13.0
	25	16 47	22 02	3 21	74	14 19 30	-11 07.5	18.5	+0.3	42.1	12.6
Июнь	10	15 40	20 56	2 16	75	14 16 08	-10 53.5	18.2	+0.4	41.4	12.3
	26	14 35	19 51	1 11	75	14 14 05	-10 46.9	17.8	+0.5	40.4	11.9
Июль	12	13 31	18 48	0 08	75	14 13 34	-10 48.7	17.4	+0.6	39.4	11.6
	28	12 30	17 46	23 01	75	14 14 40	-10 58.9	16.9	+0.6	38.3	11.4
Авг.	13	11 32	16 46	22 00	74	14 17 17	-11 16.8	16.5	+0.7	37.3	11.3
	29	10 34	15 47	20 59	73	14 21 19	-11 41.1	16.1	+0.7	36.4	11.3
Сент.	14	9 39	14 49	19 59	73	14 26 34	-12 10.6	15.7	+0.7	35.7	11.4
	30	8 45	13 52	19 00	72	14 32 47	-12 43.5	15.5	+0.7	35.1	11.5
Окт.	16	7 51	12 56	18 01	71	14 39 43	-13 18.3	15.3	+0.6	34.8	11.7
	Нояб.	1	6 59	12 01	17 03	70	14 47 07	-13 53.4	15.2	+0.5	34.6
Дек.		17	6 06	11 05	16 05	69	14 54 40	-14 27.2	15.3	+0.5	34.6
	3	5 13	10 10	15 07	69	15 02 04	-14 58.4	15.4	+0.6	34.9	12.7
19	4 19	9 14	14 09	68	15 09 01	-15 25.8	15.6	+0.6	35.3	13.1	
35	3 24	8 17	13 10	67	15 15 07	-15 48.2	15.8	+0.6	35.9	13.6	

- 31 янв. - западная квадратура  
 19 февр. - стояние  
 28 апр. - противостояние  
 9 июля - стояние  
 28 июля - восточная квадратура  
 6 нояб.- соединение

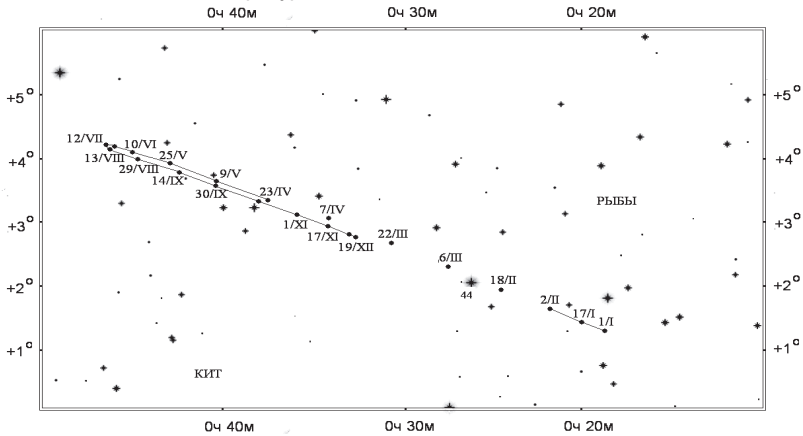


Видимый путь Сатурна в 2013 году

## УРАН

Дата 2013	Для Одессы				В 0ч всемирного времени			Блеск <i>m</i>	
	$t_B$ ч м	$t_k$ ч м	$t_3$ ч м	$A$ °	$\alpha$ ч м с	$\delta$ ° ' "	$d$ "		
Янв.	1	11 22	17 30	23 37	92	0 18 36	+1 14.6	3.5	+5.8
	17	10 20	16 28	22 36	93	0 19 54	+1 23.7	3.4	+5.9
Февр.	2	9 18	15 27	21 37	93	0 21 54	+1 37.2	3.4	+5.9
	18	8 17	14 27	20 37	93	0 24 29	+1 54.4	3.4	+5.9
Март	6	7 15	13 27	19 39	94	0 27 30	+2 14.2	3.3	+5.9
	22	6 14	12 27	18 41	94	0 30 46	+2 35.5	3.3	+5.9
Апр.	7	5 13	11 28	17 43	95	0 34 07	+2 57.1	3.3	+5.9
	23	4 12	10 28	16 45	95	0 37 23	+3 17.9	3.3	+5.9
Май	9	3 11	9 28	15 46	96	0 40 24	+3 36.9	3.4	+5.9
	25	2 09	8 28	14 47	96	0 43 00	+3 53.1	3.4	+5.9
Июнь	10	1 08	7 27	13 47	97	0 45 03	+4 05.7	3.4	+5.9
	26	0 05	6 26	12 46	97	0 46 27	+4 14.0	3.5	+5.9
Июль	12	22 59	5 23	11 44	97	0 47 07	+4 17.7	3.5	+5.8
	28	21 56	4 20	10 41	97	0 47 01	+4 16.6	3.6	+5.8
Авг.	13	20 53	3 17	9 36	97	0 46 11	+4 10.8	3.6	+5.8
	29	19 49	2 12	8 31	96	0 44 42	+4 01.0	3.6	+5.7
Сент.	14	18 45	1 07	7 26	96	0 42 42	+3 48.1	3.7	+5.7
	30	17 41	0 02	6 19	96	0 40 24	+3 33.3	3.7	+5.7
Окт.	16	16 37	22 53	5 13	95	0 38 02	+3 18.4	3.7	+5.7
	Нояб.	1	15 33	21 48	4 07	95	0 35 51	+3 04.8	3.7
Дек.	17	14 29	20 43	3 02	95	0 34 07	+2 54.2	3.6	+5.8
	3	13 25	19 39	1 57	95	0 33 01	+2 47.7	3.6	+5.8
	19	12 22	18 36	0 54	95	0 32 39	+2 46.1	3.5	+5.8
	35	11 19	17 33	23 48	95	0 33 07	+2 49.7	3.5	+5.8

29 марта - соединение  
 4 июля - западная квадратура  
 18 июля - стояние  
 3 окт. - противостояние  
 18 дек. - стояние  
 30 дек. - восточная квадратура



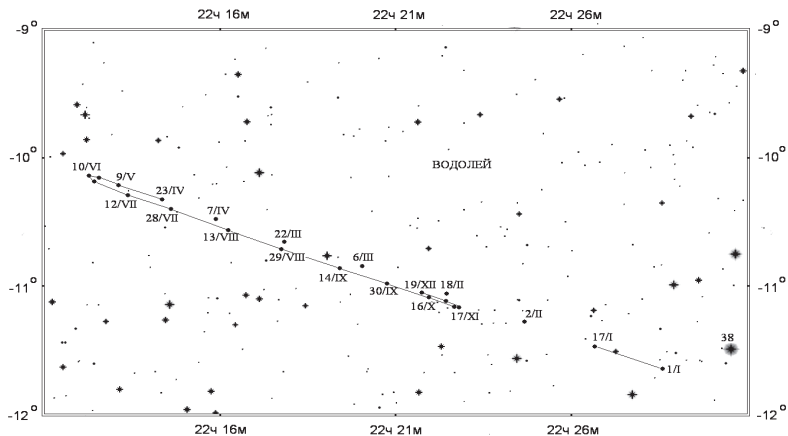
Видимый путь Урана в 2013 году



## НЕПТУН

Дата 2013	Для Одессы				В 0ч всемирного времени				Блеск <i>m</i>
	$t_B$ ч м	$t_K$ ч м	$t_3$ ч м	$A$ °	$\alpha$ ч м с	$\delta$ ° '	$d$ ''		
Янв.	1	10 13	15 25	20 37	74	22 13 21	-11 39.6	2.2	+7.9
	17	9 11	14 24	19 37	74	22 15 10	-11 29.4	2.2	+8.0
Февр.	2	8 09	13 23	18 37	74	22 17 17	-11 17.5	2.2	+8.0
	18	7 07	12 22	17 37	74	22 19 33	-11 04.7	2.2	+8.0
Март	6	6 06	11 22	16 38	75	22 21 51	-10 51.7	2.2	+8.0
	22	5 04	10 21	15 38	75	22 24 03	-10 39.4	2.2	+8.0
Апр.	7	4 02	9 20	14 38	75	22 26 01	-10 28.5	2.2	+8.0
	23	3 01	8 19	13 37	76	22 27 39	-10 19.5	2.2	+7.9
Май	9	1 58	7 17	12 36	76	22 28 51	-10 13.0	2.2	+7.9
	25	0 56	6 15	11 34	76	22 29 34	-10 09.4	2.2	+7.9
Июнь	10	23 49	5 12	10 31	76	22 29 45	-10 08.9	2.3	+7.9
	26	22 46	4 09	9 28	76	22 29 25	-10 11.3	2.3	+7.9
Июль	12	21 43	3 05	8 24	76	22 28 37	-10 16.5	2.3	+7.8
	28	20 39	2 01	7 19	75	22 27 24	-10 24.0	2.3	+7.8
Авг.	13	19 35	0 57	6 14	75	22 25 54	-10 33.0	2.3	+7.8
	29	18 32	23 48	5 09	75	22 24 16	-10 42.6	2.3	+7.8
Сент.	14	17 28	22 44	4 04	75	22 22 39	-10 52.1	2.3	+7.8
	30	16 24	21 39	2 59	75	22 21 12	-11 00.4	2.3	+7.8
Окт.	16	15 20	20 35	1 54	74	22 20 04	-11 06.7	2.3	+7.9
Нояб.	1	14 17	19 32	0 50	74	22 19 23	-11 10.4	2.3	+7.9
	17	13 14	18 29	23 43	74	22 19 13	-11 11.2	2.2	+7.9
Дек.	3	12 11	17 26	22 41	74	22 19 36	-11 08.7	2.2	+7.9
	19	11 09	16 24	21 39	74	22 20 32	-11 03.2	2.2	+7.9
	35	10 07	15 23	20 38	75	22 21 57	-10 55.0	2.2	+7.9

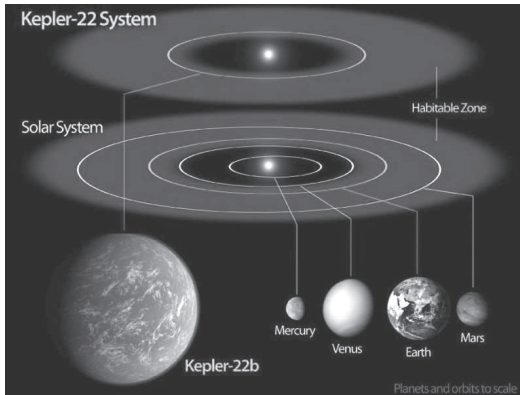
- 21 февр. - соединение
- 26 мая - западная квадратура
- 7 июня - стояние
- 27 авг. - противостояние
- 14 нояб. - стояние
- 24 нояб. - восточная квадратура



Видимый путь Нептуна в 2013 году

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

Интервалы	Марс	Юпитер		Сатурн	Интервалы	Марс	Юпитер		Сатурн
	о	о	о	о		о	о	о	о
<b>Сутки</b>					<b>Часы</b>				
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
<b>Минуты</b>					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



Недавно открытая планета Кеплер 22b стала наилучшим местом для поиска жизни за пределами нашей Солнечной системы. Звезда, вокруг которой обращается эта планета, Кеплер 22, немного меньше и холоднее Солнца, она удалена от Земли на 600 световых лет и расположена в созвездии Лебедя. Радиус планеты Кеплер 22b более чем в два раза больше земного, а радиус ее орбиты немного меньше, чем у Земли, однако она все же находится в "обитаемой зоне", где возможно присут-

ствие жидкой воды на поверхности. На картинке показано, как художник представляет себе вид на Кеплер 22b с приближающегося космического корабля, в сравнении с внутренними планетами нашей Солнечной системы. Пока неизвестно, есть ли в действительности на Кеплере 22b вода или жизнь. В рамках проекта SETI будет начато слежение за Кеплером 22b в надежде обнаружить признаки разумной жизни.

## 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 конец 2012 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 от планеты		Сидерический период обращения (в сутках)	Диаметр (в км)	Блеск в среднем противостоянии <i>m</i>
	(в экваториальных радиусах планеты)	(в тыс. км)			
1	2	3	4	5	6
<b>Земля</b>					
1 Луна	60.27	384.4	27.322	3474	-12.7
<b>Марс</b>					
1 Фобос	2.76	9.4	0.319	27	+11.4
2 Деймос	6.91	23.5	1.262	15	+12.5
<b>Юпитер</b>					
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
<b>Сатурн</b>					
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 Полидевк	6.26	377.4	2.74	4	+25.0
35 Дафнис	2.26	136.5	0.594	7	+24.0
36 Эгир	344.0	20735.0	1116.5	6	+24.4
37 Бефинд	284.0	17119.0	834.8	6	+24.1
38 Бергельмир	320.9	19338.0	1005.9	6	+24.2
39 Бестла	334.0	20129.0	1083.6	7	+23.8
40 Фарбаути	338.3	20390.0	1086.1	5	+24.7
41 Фернир	372.6	22453.0	1260.3	4	+25.0
42 Форньот	416.6	25108.0	1490.9	6	+24.6
43 Хати	329.5	19856.0	1038.7	6	+24.4
44 Гироккин	305.9	18437.0	931.8	8	+23.5
45 Кари	367.0	22118.0	1233.6	7	+23.9
46 Логи	382.7	23065.0	1312.0	6	+24.6
47 Сколл	293.1	17665.0	878.3	6	+24.5
48 Сурт	376.8	22707.0	1297.7	6	+24.8
49 Анфа	3.28	197.7	1.037	1	+26.0
50 Ярсакса	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 Сетевос	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.

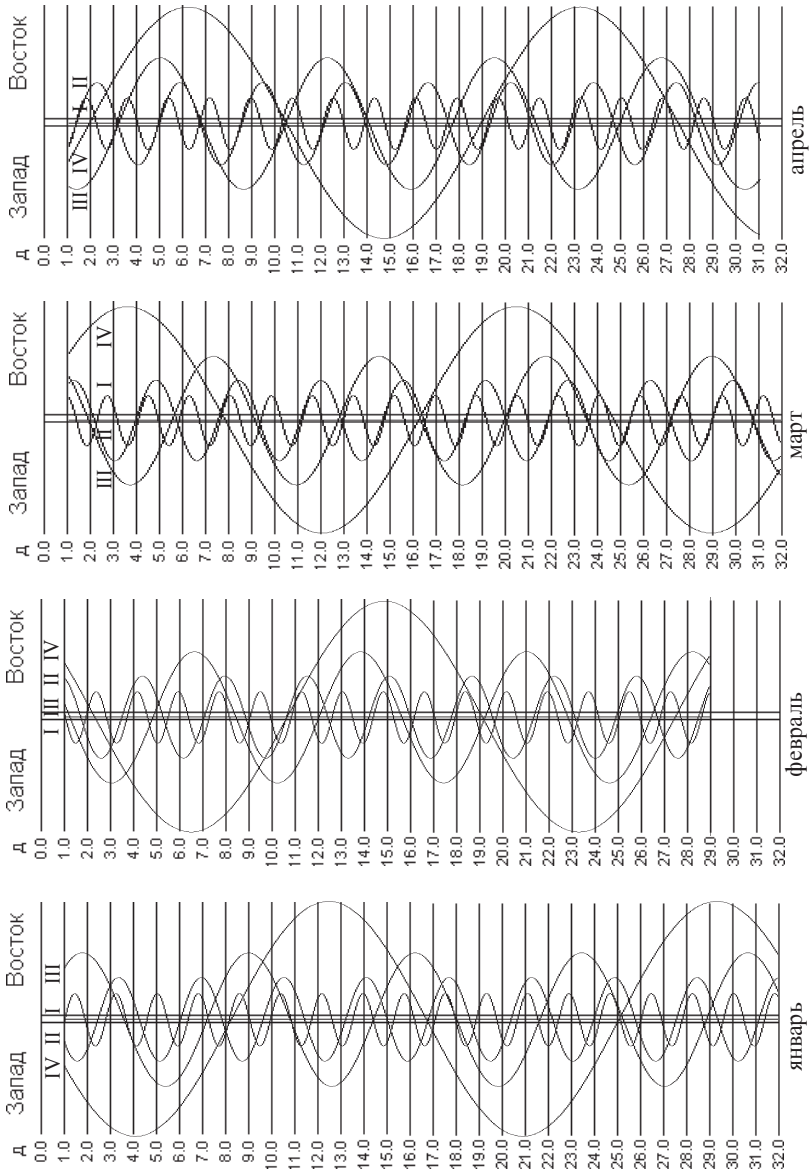
Для определения расположения спутников Юпитера относительно его видимого диска в любой заданный момент времени приведены графики их конфигураций. На графиках центральная вертикальная двойная полоса изображает диск Юпитера в различные моменты *всего времени*. Горизонтальные линии означают начало календарных суток, т.е. соответствуют 0ч00м по всемирному времени для указанных возле этих линий дат. Положение спутников относительно диска планеты дается кривыми линиями, около которых проставлены номера спутников. Конфигурации спутников даны для наблюдений в телескоп, т.е. перевернутыми, и восток находится справа от диска планеты, а запад – слева от него. Чтобы узнать конфигурацию спутников в заданный момент, нужно провести 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  $R_{Ю}$ .

---

В середине сентября 2012 года автоматический космический аппарат Доун (Заря) закончил работу на астероиде Веста. Он стал первым земным аппаратом, посетившим этот далёкий мир, расположенный между Марсом и Юпитером в Главном поясе астероидов Солнечной системы. Лучшие из фотографий, сделанных аппаратом Доун на Весте, были соединены в эту панораму, охватывающую всю планету. Теперь очевидно, что Веста является остатком ранних лет жизни Солнечной системы, строительным кирпичом для твёрдых планет, таких как Земля. Древняя поверхность Весты покрыта кратерами и длинными впадинами, оставшимися от сильных столкновений. На малой планете совсем низкая гравитация, поэтому на её поверхности есть огромные скалы и горы, в два раза превышающие высоту Эвереста на Земле. Их можно разглядеть в нижней части фотографии. Однако Веста, занимающая 500 километров в поперечнике, лишь второй по величине массивный объект в поясе астероидов. Доун зажёл свои ионные двигатели и от правил в погону за самым массивным телом пояса астероидов – Церерой. Если всё пойдёт по плану, Доун достигнет Цереры в 2015 году. В телескоп Церера выглядит совсем по-другому, но что же увидит Доун?

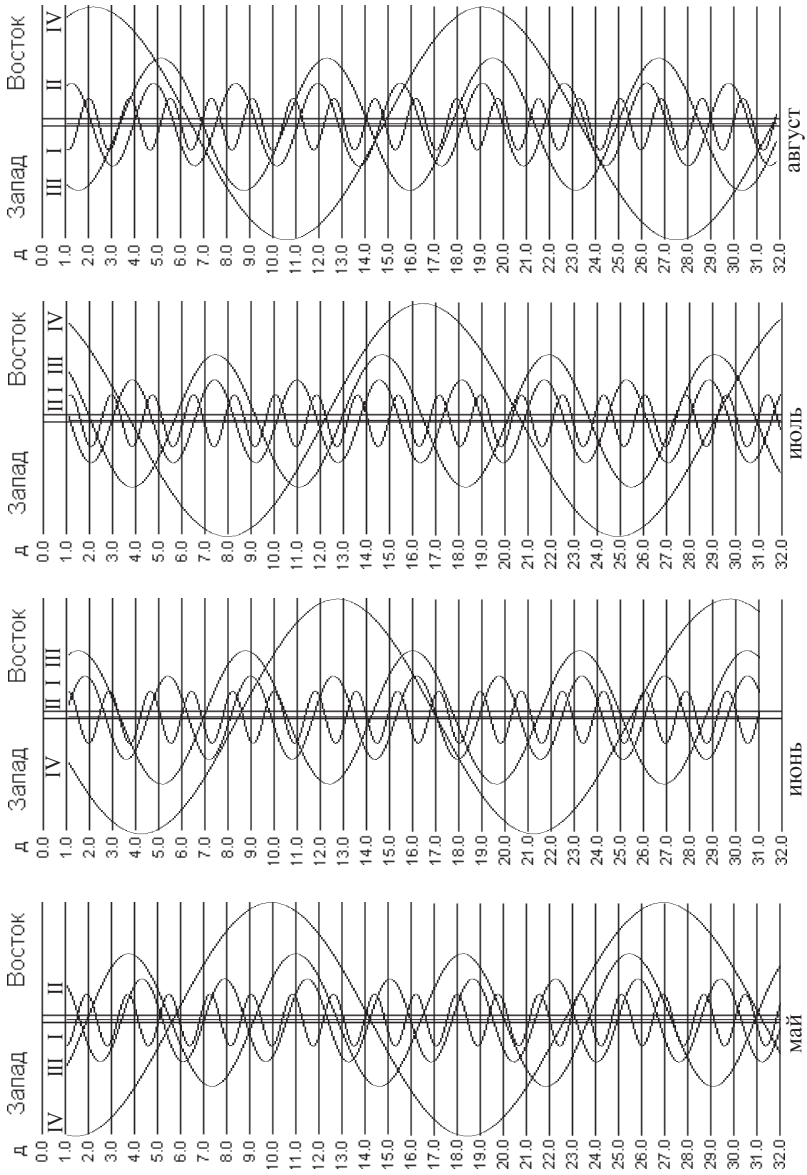


## Конфигурации спутников Юпитера в 2013 году

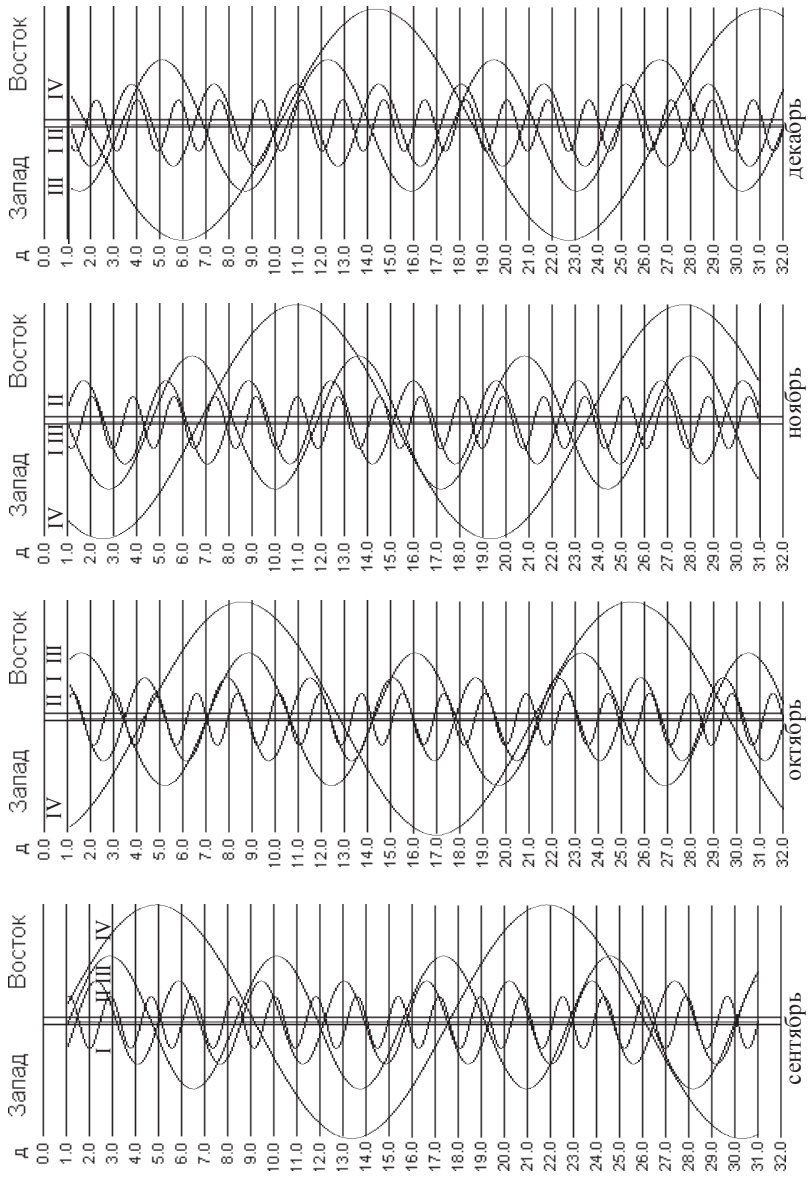




## Конфигурации спутников Юпитера в 2013 году



## Конфигурации спутников Юпитера в 2013 году



## ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д Ч М				Д Ч М				Д Ч М				Д Ч М								
<b>Январь</b>				18	0	36	III	НС	1	21	18	II	КС	17	4	44	I	СТ		
1	0	0	II	СТ	18	1	30	I	КС	1	23	43	II	СТ	17	18	13	II	НП	
1	4	10		НП	18	2	32	I	СТ	2	0	18	II	НП	17	20	41	II	КП	
2	1	17	---	НС	18	2	42	III	КС	2	3	42	I	КЗ	17	20	54	II	НЗ	
2	2	1	---	ВТ	18	4	43	III	ВТ	2	21	27	II	НС	17	22	31	I	НП	
2	2	1		КС	18	6	56	III	СТ	2	22	41	I	ВТ	17	23	22	II	КЗ	
2	3	27		СТ	18	18	31	II	СТ	2	23	38	I	КС	18	2	1	I	КЗ	
2	4	12		СТ	18	20	38	I	НП	3	0	52	I	СТ	18	19	42	I	НС	
2	18	12	II	КЗ	18	23	51	I	КЗ	3	18	4	II	КЗ	18	21	1	I	ВТ	
2	22	36		НП	19	18	49	I	ВТ	3	18	46	II	НП	18	21	53	I	КС	
3	1	32		КЗ	19	19	57	I	КС	3	22	10	I	КЗ	18	23	13	I	СТ	
3	19	39	III	КС	19	21	1	I	СТ	4	18	6	I	КС	19	5	19	III	НП	
3	19	43		НС	20	18	20	I	КЗ	4	19	21	II	СТ	19	18	13	II	СТ	
3	20	30		ВТ	21	18	36	III	НЗ	4	21	38	III	НП	19	20	30	I	КЗ	
3	20	41	III	ВТ	21	20	51	III	КЗ	4	23	51	III	КП	22	19	26	III	НС	
3	21	54		КС	22	3	14	II	НС	5	2	38	III	НЗ	22	21	43	III	КС	
3	22	41		СТ	22	5	24	II	ВТ	5	4	55	III	КЗ	23	0	47	III	ВТ	
3	22	52	III	СТ	22	5	38	II	КС	7	2	22	II	НП	23	2	28	II	НС	
4	20	1		КЗ	23	6	41	I	НС	7	4	49	II	КП	23	3	6	III	СТ	
4	23	26		НП	23	21	24	II	НП	7	4	56	II	НЗ	23	4	54	II	КС	
6	7	22	30	II	НС	24	2	6	II	КЗ	8	4	51	I	НС	23	5	5	II	ВТ
8	0	12	II	ВТ	24	4	0	I	НП	8	6	7	I	ВТ	23	5	57	I	НП	
8	0	53	II	СТ	25	1	8	I	НС	8	19	1	III	СТ	24	3	8	I	НС	
8	2	36		КС	25	2	16	I	ВТ	8	21	22	II	НС	24	4	28	I	ВТ	
8	5	56		НП	25	3	19	I	КС	8	23	48	II	КС	24	5	20	I	КС	
9	3	4		НС	25	4	12	III	НС	8	23	53	II	ВТ	24	6	40	I	СТ	
9	3	56		ВТ	25	4	28	I	СТ	9	2	10	II	НП	24	20	50	II	НП	
9	5	14		КС	25	6	20	III	КС	9	2	19	II	СТ	24	23	18	II	КП	
9	6	8		СТ	25	18	42	II	ВТ	9	5	37	I	КЗ	24	23	33	II	НЗ	
9	20	50	II	КЗ	25	18	51	II	КС	9	23	19	II	НС	25	0	26	II	НП	
10	0	23		НП	25	21	7	II	СТ	10	0	36	I	ВТ	25	2	1	II	КЗ	
10	3	27		КЗ	25	22	27	I	НП	10	1	31	I	КС	25	3	56	I	КЗ	
10	21	5	III	НС	26	1	46	I	НС	10	2	48	II	СТ	25	21	37	I	НС	
10	21	30		НС	26	19	36	I	КЗ	10	18	6	II	КП	25	22	57	I	ВТ	
10	22	25		ВТ	26	20	45	I	ВТ	10	18	16	II	НЗ	25	23	49	I	КС	
10	23	8	III	КС	26	21	47	I	КС	10	20	38	II	НП	26	1	9	I	СТ	
10	23	41		КС	26	22	57	I	СТ	10	20	43	II	КЗ	26	18	11	II	КС	
11	0	37		СТ	27	20	15	I	КЗ	11	0	6	I	КЗ	26	18	22	II	ВТ	
11	0	42	III	ВТ	28	20	4	III	КП	11	19	5	I	ВТ	26	18	55	I	НП	
11	2	54	III	СТ	28	22	36	III	НЗ	11	19	59	I	КС	26	20	48	II	СТ	
11	18	50		НП	29	0	52	III	КЗ	11	21	17	I	СТ	26	22	25	I	КЗ	
11	21	56		КЗ	29	5	40	II	НС	12	1	26	III	НП	27	18	18	I	КС	
12	18	8		КС	30	23	52	II	НП	12	3	41	III	КП	27	19	38	I	СТ	
12	19	5		СТ	31	2	18	II	КП	12	6	38	III	НЗ						
13	5	48		НП	31	2	18	II	НЗ	12	18	34	I	КЗ	<b>Март</b>					
15	0	51		НС	31	4	45	II	КЗ	14	4	55	I	НП	1	0	0	II	НП	
15	2	48		ВТ	31	5	50	I	НП	15	6	45	II	НС	1	1	58	II	КП	
15	3	15	III	КС						15	20	46	III	ВТ	1	23	27	III	НС	
15	5	12	II	СТ						15	23	4	III	СТ	2	1	46	III	КС	
16	4	51		НС	<b>Февраль</b>				15	23	54	III	НС	2	4	48	III	ВТ		
16	5	52		ВТ	1	0	0	III	НЗ	15	23	4	III	СТ	2	5	3	II	НС	
16	18	59		НП	1	0	52	III	КЗ	16	2	20	II	КС	3	5	4	I	НС	
16	23	28	II	КЗ	1	2	59	I	НС	16	2	29	II	ВТ	3	5	4	I	НС	
17	2	11		НП	1	4	12	I	ВТ	16	4	3	I	НП	3	6	24	I	ВТ	
17	5	22		КЗ	1	5	10	I	КС	16	4	55	II	СТ	3	23	29	II	НП	
17	23	19	---	НС	1	6	24	I	СТ	17	1	13	I	НС	4	1	58	II	КП	
18	0	21	---	ВТ	1	18	53	II	НС	17	2	32	II	ВТ	4	2	12	II	НЗ	
					1	21	17	II	ВТ	17	3	25	I	КС	4	2	21	I	НП	

## ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

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

## ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д	Ч	М		Д	Ч	М		Д	Ч	М		Д	Ч	М					
6	2	57	I	СТ	23	4	2	II	КС	9	20	56	II	ВТ	28	5	20	I	СТ
6	21	12	I	НП	23	4	57	II	СТ	9	23	7	II	КС	28	5	28	I	КС
7	0	7	I	КЗ	23	18	18	III	КЗ	9	23	26	II	СТ	29	0	14	I	НЗ
7	1	29	II	НП	23	19	18	I	КС	11	18	34	II	КЗ	29	2	37	I	КП
7	5	27	II	КЗ	23	19	46	I	СТ	12	4	41	I	НС	29	21	35	I	ВТ
7	18	31	I	НС	24	20	36	II	НП	12	4	48	I	ВТ	29	21	45	I	НС
7	19	13	I	ВТ	25	0	1	II	КЗ	12	6	54	I	КС	29	23	48	I	СТ
7	20	44	I	КС	26	18	15	II	СТ	13	1	50	I	НП	29	23	59	I	КС
7	21	26	I	СТ	27	4	17	III	НС	13	4	10	I	КЗ	30	18	42	I	НЗ
8	18	36	I	КЗ	27	5	54	III	ВТ	13	23	11	I	НС	30	21	7	I	КП
8	19	55	II	НС	27	6	6	I	НС	13	23	17	I	ВТ	<b>Июль</b>				
8	21	17	II	ВТ	27	6	30	I	ВТ	14	1	25	I	КС	1	1	51	III	ВТ
8	22	24	II	КС	27	6	54	III	КС	14	1	30	I	СТ	1	2	40	III	НС
8	23	46	II	СТ	28	3	16	I	НП	14	3	16	III	НП	1	3	0	III	КС
9	4	56	III	НП	28	5	52	I	КЗ	14	6	20	III	КЗ	1	3	0	III	СТ
10	18	45	III	КЗ	29	0	37	I	НС	14	20	20	I	НП	1	4	42	II	ВТ
12	4	43	I	НП	29	0	59	I	ВТ	14	22	38	I	КЗ	1	5	5	II	НС
12	19	21	III	НС	29	2	50	I	КС	15	5	10	II	НП	1	5	5	II	ВТ
12	21	53	III	ВТ	29	3	12	I	СТ	15	19	55	I	КС	1	18	17	I	СТ
12	21	55	III	КС	29	21	46	I	НП	15	19	59	I	СТ	1	18	29	I	КС
13	0	26	III	СТ	30	0	20	I	КЗ	16	23	25	II	НС	2	1	51	III	ВТ
13	2	2	I	НС	30	4	21	II	НС	16	23	31	II	ВТ	2	2	40	III	НС
13	2	40	I	ВТ	30	5	3	II	ВТ	17	1	57	II	КС	2	4	33	III	СТ
13	4	15	I	КС	30	6	52	II	КС	17	2	2	II	СТ	2	5	25	III	КС
13	4	53	I	СТ	30	18	19	III	НП	17	20	25	III	КС	2	23	51	II	НЗ
13	23	13	I	НП	30	19	7	I	НС	17	20	32	III	СТ	3	2	50	II	КП
14	2	2	I	КЗ	30	19	27	I	ВТ	18	18	36	II	НП	3	20	48	IV	НС
14	4	20	II	НП	30	21	20	I	КС	18	21	10	II	КЗ	3	21	23	IV	КС
14	20	33	I	НС	30	21	41	I	СТ	19	6	43	I	НС	4	18	0	II	ВТ
14	21	9	I	ВТ	30	22	18	III	КЗ	19	6	43	I	ВТ	4	18	30	II	НС
14	22	46	I	КС	31	18	49	I	КЗ	20	3	51	I	НП	4	20	32	II	СТ
14	23	22	I	СТ	31	23	28	II	НП	20	6	5	I	КП	4	21	3	II	КС
15	20	31	I	КЗ	<b>Июнь</b>					21	1	12	I	ВТ	5	5	1	I	ВТ
15	22	43	II	НС	1	0	0	II	КС	21	1	13	I	НС	5	5	16	I	НС
15	23	52	II	ВТ	2	18	20	II	ВТ	21	3	25	I	СТ	5	19	31	III	КП
16	1	13	II	КС	2	20	17	II	КС	21	3	26	I	КС	6	2	8	I	НЗ
16	2	21	II	СТ	2	20	17	II	КС	21	22	20	I	НЗ	6	4	38	I	КП
17	21	23	II	КЗ	2	20	51	II	СТ	22	0	35	I	КП	6	23	29	I	ВТ
19	6	44	I	НП	4	5	18	I	НП	22	19	40	I	ВТ	6	23	47	I	НС
19	23	48	III	НС	5	2	39	I	НС	22	19	43	I	НС	7	1	43	I	СТ
20	1	53	III	ВТ	5	2	54	I	ВТ	22	21	54	I	СТ	7	2	0	I	КС
20	2	23	III	КС	5	4	52	I	КС	22	21	57	I	КС	7	20	37	I	НЗ
20	4	4	I	НС	5	5	7	I	СТ	23	19	6	I	КП	7	23	9	I	КП
20	4	27	III	СТ	5	23	48	I	НП	24	2	7	II	ВТ	8	18	17	I	НС
20	4	35	I	ВТ	6	2	15	I	КЗ	24	2	15	II	НС	8	20	11	I	СТ
20	6	17	I	КС	6	21	9	I	НС	24	4	38	II	СТ	8	20	31	I	КС
20	6	48	I	СТ	6	21	22	I	ВТ	24	4	48	II	КС	9	5	50	III	ВТ
21	1	15	I	НП	6	22	47	III	НП	24	21	52	III	ВТ	10	2	26	II	НЗ
21	3	57	I	КЗ	6	23	22	I	КС	24	22	12	III	НС	10	5	41	II	КП
21	22	35	I	НС	6	23	36	I	СТ	25	0	32	III	СТ	11	20	36	II	ВТ
21	23	4	I	ВТ	7	2	19	III	КЗ	25	0	55	III	КС	11	21	20	II	НС
22	0	48	I	КС	7	18	18	I	НП	25	21	15	II	НЗ	11	23	8	II	СТ
22	1	17	I	СТ	7	20	44	I	КЗ	26	0	0	II	КП	11	23	54	II	КС
22	19	45	I	НП	8	2	19	II	НП	27	5	45	I	НЗ	12	5	0	IV	НП
22	22	25	I	КЗ	8	5	15	II	КЗ	27	18	13	II	КС	12	6	13	IV	КП
23	1	32	II	НС	8	18	4	I	СТ	28	3	6	I	ВТ	12	6	55	I	ВТ
23	2	27	II	ВТ	9	20	35	II	НС	28	3	15	I	НС	12	19	39	III	НЗ

## ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д Ч М				Д Ч М				Д Ч М				Д Ч М							
13	0	0	III	КП	29	23	40	I	ВТ	14	5	13	III	НС	30	20	12	I	ВТ
13	4	3	I	НЗ	30	0	19	I	НС	14	19	41	II	КП	30	21	16	I	НС
13	6	40	I	КП	30	1	54	I	СТ	14	21	30	IV	НП	30	22	26	I	СТ
13	19	5	II	КП	30	2	33	I	КС	14	21	56	I	ВТ	30	23	30	I	КС
14	1	24	I	ВТ	30	20	28	III	НС	14	22	49	I	НС	31	19	58	IV	КП
14	1	48	I	НС	30	20	35	III	СТ	14	23	47	IV	КП	31	20	42	I	КП
14	3	37	I	СТ	30	20	48	I	НЗ	15	0	10	I	СТ	31	23	33	III	НЗ
14	4	2	I	КС	30	23	20	III	КС	15	1	3	I	КС	<b>Сентябрь</b>				
14	22	31	I	НЗ	30	23	43	I	КП	15	19	5	I	НЗ					
15	1	10	I	КП	31	18	9	I	ВТ	15	22	13	I	КП	1	0	0	III	КЗ
15	19	52	I	ВТ	31	18	49	I	НС	16	18	38	I	СТ	1	3	54	III	НП
15	20	18	I	НС	31	20	22	I	СТ	16	19	33	I	КС	1	6	55	III	КП
15	22	5	I	СТ	31	21	3	I	КС	17	18	25	III	КЗ	3	4	6	III	ВТ
15	22	32	I	КС	<b>Август</b>				17	19	16	III	НП	3	6	20	II	НС	
16	19	41	I	КП					1	18	13	I	КП	17	22	13	III	КП	3
17	5	2	II	НЗ	2	4	23	II	ВТ	18	4	38	III	НЗ	4	6	18	I	НЗ
18	23	12	II	ВТ	2	5	48	II	НС	19	22	53	II	ВТ	4	18	9	III	НС
19	0	10	II	НС	2	6	57	II	СТ	20	0	48	II	НС	4	21	0	III	КС
19	1	44	II	СТ	3	23	29	II	НЗ	20	1	28	II	СТ	4	23	3	II	НЗ
19	2	44	II	КС	4	3	31	II	КП	20	3	25	II	КС	5	3	37	II	ВТ
19	23	38	III	НЗ	5	4	14	I	НЗ	20	5	22	I	ВТ	5	3	53	II	КП
20	4	29	III	КП	5	19	12	II	НС	20	6	18	I	НС	5	4	44	I	НС
20	5	57	II	НЗ	5	20	15	II	СТ	21	2	30	I	НЗ	5	5	51	I	СТ
20	18	19	II	НЗ	5	21	49	II	КС	21	5	43	I	КП	5	6	58	I	КС
20	18	34	IV	КС	6	1	34	I	ВТ	21	5	44	III	ВТ	6	0	47	I	НЗ
20	21	55	II	КП	6	2	19	I	НС	21	22	26	II	КП	6	4	10	I	КП
21	3	18	I	ВТ	6	3	48	I	СТ	21	23	50	I	ВТ	6	19	42	II	НС
21	3	49	I	НС	6	4	33	I	КС	22	0	48	I	НС	6	19	59	II	СТ
21	5	31	I	СТ	6	6	32	IV	ВТ	22	2	4	I	СТ	6	22	5	I	ВТ
21	6	3	I	КС	6	6	32	IV	ВТ	22	3	2	I	СТ	6	22	21	II	КС
22	0	25	I	НЗ	6	21	47	III	ВТ	22	20	59	I	НЗ	6	23	13	I	НС
22	3	11	I	КП	6	22	42	I	НЗ	23	0	13	I	ВТ	7	0	19	I	СТ
22	21	46	I	ВТ	7	0	34	III	СТ	23	0	24	IV	КП	7	1	28	I	КС
22	22	19	I	НС	7	0	51	III	НС	23	1	57	IV	СТ	7	19	15	I	НЗ
23	0	0	I	СТ	7	1	43	I	КП	23	18	18	I	ВТ	7	22	40	I	НЗ
23	0	33	I	КС	7	3	46	III	КС	23	19	17	I	НС	8	3	31	III	НЗ
23	18	53	III	КС	7	20	3	I	ВТ	23	20	32	I	СТ	8	6	24	III	КЗ
23	18	54	I	НЗ	7	20	49	I	НС	23	21	32	I	КС	8	18	19	IV	ВТ
23	21	42	I	КП	7	22	16	I	СТ	24	18	43	I	КП	8	18	47	I	СТ
24	18	28	I	СТ	7	23	3	I	КС	24	19	34	I	НЗ	8	19	57	I	КС
24	19	3	I	КП	8	20	13	I	КП	24	22	25	III	КЗ	8	20	12	IV	СТ
26	1	47	II	ВТ	9	6	59	II	ВТ	24	23	36	III	НП	9	4	53	IV	НС
26	2	59	II	НС	11	2	3	II	НЗ	25	2	35	III	КП	10	6	42	III	ВТ
26	4	21	III	СТ	11	6	18	III	КП	27	1	29	II	ВТ	11	20	33	III	СТ
26	5	34	II	КС	12	6	8	I	НЗ	27	3	34	II	НС	11	22	23	III	НС
27	3	37	III	НЗ	12	20	17	II	ВТ	27	4	5	II	СТ	12	1	25	III	КС
27	20	54	III	НЗ	12	22	0	II	НС	27	6	12	II	КС	12	1	37	III	НЗ
28	0	43	II	КП	12	22	52	II	СТ	28	4	24	I	НЗ	12	5	30	I	ВТ
28	5	12	I	ВТ	13	0	37	II	ВТ	28	20	29	I	НЗ	12	6	34	II	КП
28	5	49	I	НС	13	3	28	I	ВТ	29	1	10	II	КП	12	6	41	I	НС
28	19	44	IV	НЗ	13	4	19	I	НС	29	1	43	I	ВТ	13	2	40	I	НЗ
28	20	36	IV	КЗ	13	5	41	I	СТ	29	2	46	I	НС	13	6	8	I	КП
29	1	20	IV	НП	13	6	33	I	КС	29	3	57	I	СТ	13	19	59	II	ВТ
29	2	19	I	НЗ	14	0	36	I	НЗ	29	5	0	I	КС	13	22	25	II	НС
29	3	11	IV	КП	14	1	46	III	ВТ	29	22	53	I	НЗ	13	22	36	II	СТ
29	5	12	I	КП	14	3	43	I	КП	30	2	12	I	КЗ	13	23	59	I	ВТ
29	18	59	II	КС	14	4	34	III	СТ	30	19	35	II	КС	14	1	5	II	КС

## ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д	Ч	М		Д	Ч	М		Д	Ч	М		Д	Ч	М					
14	1	10	I	НС	29	23	30	I	НС	15	2	48	I	КП	30	5	10	II	КС
14	2	12	I	СТ	29	23	46	III	КП	15	19	43	II	ВТ	30	20	29	I	НЗ
14	3	25	I	КС	30	0	27	I	СТ	15	20	28	I	ВТ	31	0	0	I	КП
14	21	9	I	НЗ	30	1	11	II	КП	15	21	46	I	НС	31	18	30	II	НЗ
15	0	38	I	КП	30	1	45	I	КС	15	22	21	II	СТ	31	18	56	I	НС
15	18	27	I	ВТ	30	19	25	I	НЗ	15	22	22	II	НС	31	19	57	I	СТ
15	19	39	I	НС	30	22	59	I	КП	15	22	42	I	СТ	31	20	28	III	ВТ
15	19	54	II	КП	<b>Октябрь</b>				16	0	1	I	СТ	31	21	11	I	КС	
15	20	41	I	СТ					16	1	4	II	КС	31	23	28	III	СТ	
15	21	54	I	КС	1	18	56	I	СТ	16	21	16	I	КП	31	23	35	II	КП
16	19	7	I	КП	1	19	49	II	КС	17	18	29	I	КС	<b>Ноябрь</b>				
17	1	25	IV	НЗ	1	20	14	I	КС	17	18	42	III	НС					
17	3	30	IV	КЗ	3	5	34	III	ВТ	17	19	36	II	КП	1	2	0	III	НС
18	21	39	III	ВТ	3	19	21	IV	НЗ	17	21	50	III	КС	1	4	32	III	КС
19	0	33	III	СТ	3	21	42	IV	КЗ	20	6	38	I	НЗ	1	18	28	I	КП
19	2	34	III	НС	5	3	48	II	ВТ	21	1	17	IV	НП	2	18	24	II	КС
19	4	10	II	НЗ	5	5	38	I	ВТ	21	3	24	III	НЗ	4	6	40	I	ВТ
19	5	38	III	КС	5	6	26	II	СТ	21	3	40	II	НЗ	4	18	22	III	КП
20	4	34	I	НЗ	5	6	27	II	НС	21	3	53	I	ВТ	5	3	54	I	НЗ
20	22	36	II	ВТ	5	6	56	I	НС	21	4	35	IV	КП	6	1	8	I	ВТ
21	1	8	II	НС	6	2	51	I	НЗ	21	5	10	I	НС	6	2	19	I	НС
21	1	12	II	СТ	6	6	26	I	КП	21	6	7	I	СТ	6	2	32	II	ВТ
21	1	52	I	ВТ	6	19	26	III	НЗ	21	6	24	III	КЗ	6	3	22	I	СТ
21	3	6	II	НС	6	22	24	III	КЗ	22	1	7	I	НЗ	6	4	34	I	КС
21	3	48	II	КС	6	22	34	II	НЗ	22	4	41	I	КП	6	4	57	II	НС
21	4	6	I	СТ	7	0	7	I	ВТ	22	22	19	II	ВТ	6	5	11	II	СТ
21	5	21	I	КС	7	0	42	III	НП	22	22	21	I	ВТ	6	6	17	IV	НЗ
21	23	3	I	НЗ	7	1	24	I	НС	22	23	38	I	НС	6	20	41	IV	КП
22	2	34	I	КП	7	2	21	I	СТ	23	0	36	I	СТ	6	22	23	I	НЗ
22	19	37	III	КП	7	3	39	I	КС	23	0	56	II	НС	7	1	51	I	КП
22	20	20	I	ВТ	7	3	46	II	КП	23	0	58	II	СТ	7	19	36	I	ВТ
22	21	35	I	НС	7	3	50	III	КП	23	1	53	I	КС	7	20	46	I	НС
22	22	33	III	КП	7	21	19	I	НЗ	23	3	38	II	КС	7	21	3	II	НЗ
22	22	34	I	СТ	8	0	54	I	КП	23	19	35	I	НЗ	7	21	50	I	СТ
22	23	50	I	КС	8	18	35	I	ВТ	23	23	9	I	КП	7	23	1	I	КС
23	21	3	I	КП	8	19	44	II	СТ	24	18	6	I	НС	8	0	26	III	ВТ
24	18	19	I	КС	8	19	46	II	НС	24	19	4	I	СТ	8	2	2	II	КП
25	23	54	IV	НС	8	19	53	I	НС	24	20	21	I	КС	8	3	28	III	СТ
26	1	37	III	ВТ	8	20	49	I	СТ	24	20	29	III	СТ	8	5	6	III	НС
26	2	55	IV	КС	8	22	8	I	КС	24	22	7	II	КП	8	20	18	I	КП
26	4	32	III	СТ	8	22	27	II	КС	24	22	35	III	НС	9	18	10	II	НС
26	6	42	III	НС	9	19	23	I	КП	25	1	44	III	КС	9	18	29	II	СТ
26	6	44	II	НЗ	12	6	12	IV	ВТ	28	4	46	I	ВТ	9	20	52	II	КС
27	6	28	II	НЗ	12	6	24	II	ВТ	28	5	13	II	НЗ	11	18	52	III	НП
28	1	12	II	ВТ	12	18	13	IV	НС	28	6	1	I	НС	11	22	4	III	КП
28	3	45	I	ВТ	12	21	25	IV	КС	28	6	22	III	НЗ	12	5	48	I	НЗ
28	3	48	II	НС	13	4	44	I	НЗ	28	23	9	IV	ВТ	13	3	1	I	ВТ
28	3	49	II	СТ	13	23	25	III	НЗ	29	1	48	IV	СТ	13	4	7	I	НС
28	5	2	I	НС	14	1	7	II	НЗ	29	2	1	I	НЗ	13	5	8	II	ВТ
28	5	59	I	СТ	14	2	0	I	ВТ	29	5	33	I	КП	13	5	16	I	СТ
28	6	29	II	КС	14	2	24	III	КЗ	29	23	15	I	ВТ	13	6	23	I	КС
29	0	57	I	НЗ	14	3	18	I	НС	29	23	56	II	ВТ	14	0	17	I	НЗ
29	4	30	I	КП	14	4	14	I	СТ	30	0	29	I	НС	14	3	40	I	КП
29	18	24	III	КЗ	14	4	41	III	НП	30	1	29	I	СТ	14	19	58	IV	СТ
29	20	0	II	НЗ	14	5	33	I	КС	30	2	28	II	НС	14	21	29	I	ВТ
29	20	39	III	НП	14	6	20	II	КП	30	2	34	II	СТ	14	22	34	I	НС
29	22	14	I	ВТ	14	23	13	I	НЗ	30	2	44	I	КС	14	23	37	II	НЗ

## ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д Ч М				Д Ч М				Д Ч М				Д Ч М								
14	23	44	I	СТ	28	4	5	I	НЗ	8	6	21	II	КС	21	3	24	III	СТ	
15	0	50	I	КС	29	1	16	I	ВТ	8	18	56	II	НЗ	21	4	16	I	НЗ	
15	3	10	IV	НС	29	2	8	I	НС	8	21	53	I	КП	21	5	2	III	КС	
15	4	24	III	ВТ	29	3	31	I	СТ	9	18	14	IV	НЗ	21	6	56	I	КП	
15	4	26	II	КП	29	4	23	I	КС	9	18	21	I	СТ	22	1	26	I	ВТ	
15	6	34	IV	КС	29	4	44	II	НЗ	9	19	1	I	КС	22	1	48	I	НС	
15	18	45	I	НЗ	29	18	57	III	КС	9	20	35	II	НЗ	22	3	41	I	СТ	
15	22	7	I	КП	29	22	33	I	НЗ	9	21	24	IV	КЗ	22	4	3	I	КС	
16	18	12	I	СТ	30	1	41	I	КП	10	0	19	IV	НП	22	22	45	I	НЗ	
16	18	26	II	ВТ	30	19	45	I	ВТ	10	0	33	II	КП	23	1	22	I	КП	
16	19	16	I	КС	30	20	35	I	НС	10	3	48	IV	КП	23	19	54	I	ВТ	
16	20	36	II	НС	30	21	59	I	СТ	10	6	15	III	НЗ	23	20	14	I	НС	
16	21	6	II	СТ	30	22	50	I	КС	11	18	14	II	СТ	23	22	9	I	СТ	
16	23	18	II	КС	30	23	39	II	ВТ	11	19	30	II	СТ	23	22	29	I	КС	
18	18	19	III	НЗ						13	5	3	I	ВТ	24	1	43	II	НЗ	
18	21	23	III	КЗ	<b>Декабрь</b>						13	5	38	I	НС	24	5	2	II	КП
18	22	29	III	НП	1	0	0	II	КЗ	13	20	18	III	ВТ	24	18	39	III	КП	
19	1	41	III	КП	1	2	0	II	НС	13	22	34	III	СТ	24	19	48	I	КП	
20	4	54	I	ВТ	1	2	0	II	ВТ	13	23	24	III	НС	25	20	46	I	ВТ	
20	5	55	I	НС	1	2	19	II	СТ	13	23	24	III	СТ	25	20	46	I	ВТ	
21	2	11	I	НЗ	1	4	2	II	КС	14	1	44	III	КС	25	21	20	II	НС	
21	5	28	I	КП	1	18	41	IV	НС	14	2	22	I	НЗ	25	23	27	II	СТ	
21	23	23	I	ВТ	1	20	8	I	КП	14	5	12	I	КП	26	0	2	II	КС	
22	0	22	I	НС	1	22	7	IV	КП	14	23	32	I	ВТ	26	18	8	IV	КП	
22	1	37	I	СТ	2	18	1	II	НЗ	15	0	4	I	НС	27	18	9	II	КП	
22	2	10	II	НЗ	2	22	16	II	КП	15	1	47	I	СТ	28	4	16	III	ВТ	
22	2	37	I	КС	3	2	16	III	НЗ	15	2	19	I	КС	28	5	9	III	НС	
22	6	47	II	КП	3	5	23	III	КЗ	15	4	51	II	ВТ	28	6	10	I	НЗ	
22	20	39	I	НЗ	3	5	28	III	НП	15	5	57	II	НС	29	3	20	I	ВТ	
22	23	55	I	КП	5	5	59	III	НЗ	15	20	50	II	НЗ	29	3	31	I	НС	
23	0	15	IV	НЗ	6	3	10	I	ВТ	15	23	38	I	КП	29	5	35	I	СТ	
23	3	14	IV	КЗ	6	3	54	I	НС	16	18	0	I	ВТ	29	5	47	I	КС	
23	18	48	I	НС	6	5	24	I	СТ	16	18	30	I	НС	30	0	39	I	НЗ	
23	20	6	I	СТ	6	6	9	I	КС	16	20	15	I	СТ	30	3	6	I	КП	
23	21	2	II	ВТ	6	19	11	III	НС	16	20	45	I	КС	30	21	48	I	ВТ	
23	21	4	I	КС	6	19	24	III	СТ	16	23	9	II	НЗ	30	21	57	I	НС	
23	22	59	II	НС	6	22	22	III	КС	17	2	48	II	КП	31	0	3	I	СТ	
23	23	42	II	СТ	7	0	28	I	НЗ	17	18	4	I	КП	31	0	12	I	КС	
24	1	41	II	КС	7	3	27	I	КП	18	5	4	IV	ВТ	31	4	17	II	НЗ	
24	18	21	I	КП	7	21	38	I	ВТ	18	18	10	II	ВТ	31	18	12	III	НЗ	
25	19	57	II	КП	7	22	20	I	НС	18	19	5	II	НС	31	19	8	I	НЗ	
25	22	17	III	НЗ	7	23	53	I	СТ	18	20	51	II	СТ	31	21	32	I	КП	
26	1	23	III	КЗ	8	0	35	I	КС	18	21	47	II	ВТ	31	21	54	III	КП	
26	2	1	III	НП	8	2	15	II	ВТ	20	6	57	I	КС						
26	5	13	III	КП	8	3	39	II	НС	21	0	16	III	ВТ						
27	6	48	I	ВТ	8	4	55	II	СТ	21	1	52	III	НС						

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 конце апреля 2013 года) Рея и Титан имеют блеск +9.9<sup>m</sup> и +8.5<sup>m</sup> соответственно. Блеск Япета максимален в периоды его западных элонгаций и составляет +9.6<sup>m</sup>. В периоды восточных элонгаций Япет имеет наименьший блеск (+11.8<sup>m</sup>).

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

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

## МОМЕНТЫ ЭЛОНГАЦИЙ СПУТНИКОВ САТУРНА В 2013 ГОДУ

### ТИТАН

Западная элонгация				Восточная элонгация											
Дата	ч	м	Дата	ч	м	Дата	ч	м							
Янв.	3	19	32	Июль	13	21	56	Янв.	11	21	28	Июль	6	0	54
	19	19	20		29	21	1		27	21	0		21	23	45
Февр.	4	18	40	Авг.	14	20	32	Февр.	12	20	5	Авг.	6	23	2
	20	17	31		30	20	28		28	18	40		22	22	43
Март	8	15	52	Сент.	15	20	44	Март	16	16	49	Сент.	7	22	45
	24	13	45		....				....				23	23	4
Апр.	9	11	17	Окт.	1	21	16	Апр.	1	14	34	Окт.	9	23	38
	25	8	37		17	22	0		17	12	3		26	0	20
Май	11	5	56	Нояб.	2	22	52	Май	3	9	26	Нояб.	11	1	6
	27	3	24		18	23	45		19	6	52		27	1	51
Июнь	12	1	9	Дек.	5	0	35	Июнь	4	4	31	Дек.	13	2	31
	27	23	19		21	1	15		20	2	30		29	2	58

## МОМЕНТЫ ЭЛОНГАЦИЙ СПУТНИКОВ САТУРНА В 2013 ГОДУ

### РЕЯ

Восточная элонгация				Западная элонгация											
Дата	ч	м	Дата	ч	м	Дата	ч	м							
Янв.	2	0	32	Июль	1	15	47	Янв.	4	6	46	Июль	3	21	57
	6	13	3		6	4	12		8	19	17		8	10	23
	11	1	34		10	16	38		13	7	47		12	22	49
	15	14	3		15	5	4		17	20	16		17	11	15
	20	2	32		19	17	31		22	8	45		21	23	43
	24	15	1		24	5	58		26	21	13		26	12	10
	29	3	28		28	18	26		31	9	41		31	0	39
Февр.	2	15	56	Авг.	2	6	55	Февр.	4	22	8	Авг.	4	13	8
	7	4	23		6	19	24		9	10	34		9	1	37
	11	16	49		11	7	54		13	23	0		13	14	7
	16	5	14		15	20	24		18	11	25		18	2	38
	20	17	39		20	8	55		22	23	49		22	15	9
	25	6	3		24	21	26		27	12	13		27	3	40
Март	1	18	26	Сент.	2	22	30	Март	4	0	36	Сент.	3	16	12
	6	6	49		7	11	3		8	12	59		5	4	45
	10	19	11		11	23	36		13	1	20		9	17	18
	15	7	33		16	12	9		17	13	42		14	5	51
	19	19	54		21	0	43		22	2	3		18	18	24
	24	8	15		25	13	17		26	14	23		23	6	58
	28	20	35		30	1	51		31	2	43		27	19	32
Апр.	2	8	55	Окт.	4	14	25	Апр.	4	15	3	Окт.	2	8	6
	6	21	15		9	3	0		9	3	23		6	20	41
	11	9	34		13	15	35		13	15	42		11	9	16
	15	21	53		18	4	10		18	4	1		15	21	51
	20	10	12		22	16	45		22	16	20		20	10	25
	24	22	31		27	5	20		27	4	39		24	23	1
	29	10	50		31	17	55		27	4	39		29	11	36
Май	3	23	9	Нояб.	5	6	31	Май	1	16	58	Нояб.	3	0	11
	8	11	28		9	19	6		6	5	17		7	12	47
	12	23	48		14	7	41		10	17	36		12	1	22
	17	12	7		18	20	16		15	5	55		16	13	57
	22	0	27		23	8	51		19	18	15		21	2	32
	26	12	47		27	21	26		24	6	35		25	15	7
	31	1	8	Дек.	2	10	1		28	18	55		30	3	42
Июнь	4	13	29		6	22	36	Июнь	2	7	16	Дек.	4	16	17
	9	1	50		11	11	10		6	19	38		9	4	51
	13	14	13		15	23	44		11	8	0		13	17	25
	18	2	35		20	12	18		15	20	22		18	5	59
	22	14	59		25	0	51		20	8	45		22	18	33
	27	3	22		29	13	24		24	21	9		27	7	6
									29	9	33		31	19	39

### ЯПЕТ

#### Западная элонгация

Дата	ч	м	Дата	ч	м		
Март	12	15	26	Авг.	16	15	43
Май	29	10	12	Нояб.	6	3	06

## АСТЕРОИДЫ, ТРАНСНЕПТУНОВЫЕ ОБЪЕКТЫ И ПЛАНЕТЫ-КАРЛИКИ

В 2006 году Международный астрономический союз (МАС) принял новые определения для тел Солнечной системы. Кроме понятия "Планета", введено новое понятие "Планета-карлик" - почти сферическое астрономическое тело, которое не смогло очистить окрестности вокруг своей орбиты. Все другие объекты в Солнечной системе, которые движутся по орбитам вокруг Солнца, должны в целом называться "Малыми телами Солнечной системы". В настоящее время пять объектов МАС 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.

### Астероиды

К концу августа 2012 года в каталоге Международного планетного центра (МПЦ) в Солнечной системе зарегистрировано 588814 астероидов (<http://www.minorplanetcenter.org/iau/lists/MPLists.html>), из них 337008 имеют уже постоянный номер. Открыто также 1252 транснептуновых объектов и 357 кентавров и объектов рассеянного диска (<http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/>). К настоящему времени 17355 объектов обрели имена собственные. На рисунке 1 показан рост общего количества каталогизированных астероидов за последние 4 года. За это время их численность возросла почти на треть. А число нумерованных астероидов выросло на 80%, то есть в год оно возрастало в среднем почти на 35 тысяч. Темп открытия новых астероидов характеризуется ростом числа астероидов, которые наблюдались пока только в одной оппозиции. Среди них прирост составил 60% за последние 4 года (рис. 2), и особенно "урожайной" была первая половина 2010 года (<http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/ArchiveStatistics.html>).

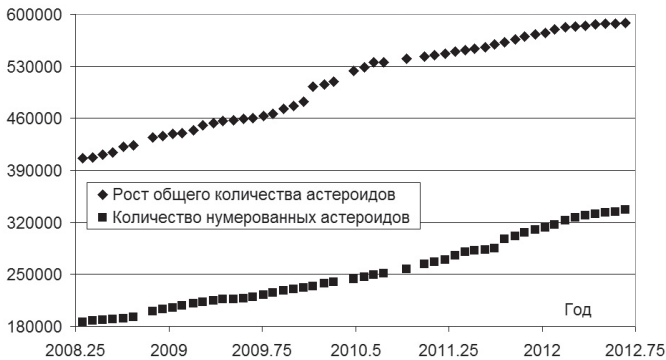


Рис. 1

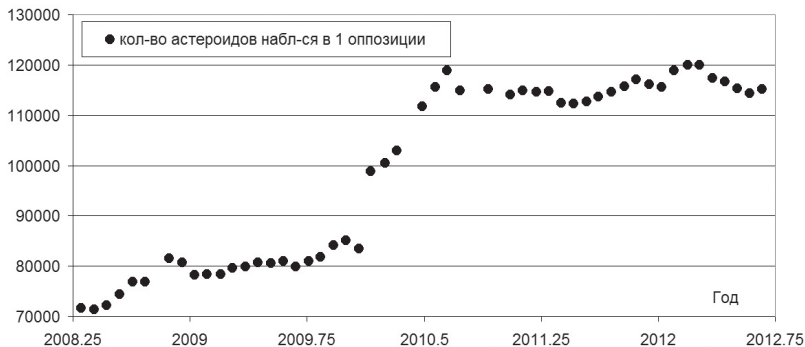


Рис.2

### Эфемериды ярких астероидов

Ниже приводятся эфемериды астероидов, достигающих в максимуме блеска ярче 10.5 звездных величин и доступных для наблюдений в небольшие телескопы в 2013 году.

В таблицах эфемерид астероидов на 21 час всемирного времени (что соответствует по летнему Киевскому времени полночи или 0<sup>h</sup> следующих суток) через 10 суток вблизи эпохи противостояния приводятся топоцентрические (для Одессы) экваториальные координаты астероидов  $\alpha$  и  $\delta$ , отнесенные к равноденствию 2000.0, визуальная звездная величина  $V$ , расстояния  $r$  от Солнца и  $\Delta$  от Земли в а.е., фазовый угол  $\beta$ , 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 <sup>h</sup> UT)	$\alpha$ (2000.0) ч м с	$\delta$ (2000.0) ° ' "	$V$ m	$r$ а.е.	$\Delta$ а.е.	$\beta$ °	Расст.Луны °	фаза %
<b>4 Веста D=530 км, P=5.342<sup>h</sup>, B-V=0.782<sup>m</sup>, A=0.423, Тип V, 09.XII.2012</b>								
2012 Дек. 21	04 53 57	+17 58 30	6.67	2.570	1.611	6.2	56.4	65.6
Дек. 31	04 44 46	+18 15 31	6.88	2.568	1.661	10.5	67.3	88.6
2013 Янв. 10	04 38 02	+18 37 05	7.09	2.567	1.735	14.2	153.3	1.4
Янв. 20	04 34 19	+19 03 27	7.29	2.565	1.830	17.3	19.2	67.2
Янв. 30	04 33 44	+19 34 17	7.47	2.563	1.939	19.6	105.3	85.7
Февр. 09	04 36 08	+20 08 41	7.65	2.560	2.059	21.3	115.4	0.4
Февр. 19	04 41 17	+20 45 24	7.80	2.557	2.186	22.3	11.0	68.2
Март 01	04 48 50	+21 22 56	7.93	2.553	2.315	22.8	139.1	81.3
Март 11	04 58 28	+21 59 44	8.05	2.550	2.445	22.8	84.4	0.1

Дата (21 <sup>h</sup> UT)	$\alpha$ (2000.0)			$\delta$ (2000.0)			$V$ m	$r$ а. е.	$\Delta$ а. е.	$\beta$ °	Расст. Луны °	фаза %
	ч	м	с	°	'	''						
Март 21	05	09	55	+22	34	19	8.15	2.545	2.573	22.4	36.3	69.7
Март 31	05	22	53	+23	05	19	8.23	2.541	2.696	21.7	169.6	75.0
Апр. 10	05	37	09	+23	31	28	8.29	2.536	2.814	20.7	58.8	0.2

**1 Церера D=952 км, P=9.075<sup>h</sup>, B-V=0.713<sup>m</sup>, A=0.090, Тип C, 17.XII.2012**

2012	Дек. 21	05	41	28	+25	28	23	6.83	2.666	1.684	1.7	67.4	65.6
	Дек. 31	05	31	18	+26	00	25	7.12	2.658	1.703	6.2	56.7	88.6
2013	Янв. 10	05	22	40	+26	27	15	7.36	2.651	1.749	10.3	163.1	1.4
	Янв. 20	05	16	31	+26	49	54	7.58	2.645	1.819	14.0	29.8	67.2
	Янв. 30	05	13	24	+27	10	03	7.79	2.638	1.909	16.9	96.0	85.7
	Февр. 09	05	13	27	+27	29	00	7.98	2.632	2.014	19.2	123.9	0.4
	Февр. 19	05	16	34	+27	47	23	8.15	2.625	2.130	20.8	8.177	68.2
	Март 01	05	22	28	+28	05	11	8.29	2.619	2.252	21.8	130.9	81.3
	Март 11	05	30	51	+28	21	44	8.42	2.613	2.378	22.3	91.8	0.1
	Март 21	05	41	22	+28	36	04	8.53	2.608	2.504	22.3	30.4	69.7
	Март 31	05	53	42	+28	47	04	8.62	2.603	2.628	22.0	161.3	75.0
	Апр. 10	06	07	33	+28	53	36	8.69	2.597	2.749	21.3	65.6	0.2
	Апр. 20	06	22	41	+28	54	36	8.75	2.593	2.864	20.4	53.5	72.4
	Апр. 30	06	38	51	+28	49	12	8.79	2.588	2.973	19.3	165.0	67.5

**21 Лютеция D=96 км, P=8.1655<sup>h</sup>, B-V=0.686<sup>m</sup>, A=0.2212, Тип Хк, 22.XII.2012**

2012	Дек. 21	06	08	04	+24	18	57	10.50	2.582	1.598	0.7	73.5	65.6
	Дек. 31	05	56	55	+24	30	23	10.88	2.597	1.626	4.1	50.7	88.6
2013	Янв. 10	05	47	07	+24	37	36	11.19	2.612	1.681	8.6	168.9	1.4
	Янв. 20	05	39	43	+24	41	52	11.46	2.627	1.763	12.5	34.7	67.2
	Янв. 30	05	35	19	+24	44	56	11.72	2.642	1.866	15.7	91.0	85.7

**9 Метис D=190 км, P=5.079<sup>h</sup>, B-V=0.858<sup>m</sup>, A=0.118, 01.I.2013**

2012	Дек. 21	07	03	21	+27	37	32	8.69	2.111	1.145	6.7	85.5	65.6
	Дек. 31	06	52	25	+28	27	03	8.46	2.117	1.136	2.6	39.6	88.6
2013	Янв. 10	06	41	13	+29	05	11	8.68	2.123	1.153	5.9	170.8	1.4
	Янв. 20	06	31	38	+29	29	16	8.99	2.130	1.196	11.0	46.5	67.2
	Янв. 30	06	25	08	+29	40	26	9.27	2.138	1.261	15.6	80.4	85.7
	Февр. 09	06	22	25	+29	41	40	9.54	2.147	1.345	19.4	138.5	0.4
	Февр. 19	06	23	38	+29	35	46	9.79	2.156	1.444	22.4	15.8	68.2
	Март 01	06	28	30	+29	24	35	10.03	2.166	1.554	24.5	116.4	81.3
	Март 11	06	36	32	+29	08	43	10.24	2.176	1.672	25.9	106.1	0.1
	Март 21	06	47	13	+28	47	53	10.42	2.186	1.795	26.7	17.9	69.7
	Март 31	07	00	01	+28	21	29	10.59	2.198	1.921	27.0	147.2	75.0
	Апр. 10	07	14	30	+27	48	42	10.74	2.209	2.048	26.8	80.4	0.2
	Апр. 20	07	30	18	+27	08	47	10.87	2.221	2.175	26.3	38.9	72.4
	Апр. 30	07	47	03	+26	21	17	10.98	2.233	2.300	25.6	170.2	67.5

**13 Эгерия D=208 км, P=7.045<sup>h</sup>, B-V=0.745<sup>m</sup>, A=0.0825, Тип Сh, 28.I.2013**

2012	Дек. 21	09	49	02	+38	35	47	10.59	2.360	1.607	18.7	113.9	65.6
	Дек. 31	09	48	10	+40	16	39	10.41	2.360	1.535	16.1	31.2	88.6
2013	Янв. 10	09	43	19	+41	58	05	10.25	2.359	1.482	13.6	134.2	1.4
	Янв. 20	09	34	44	+43	27	37	10.13	2.360	1.451	11.7	81.6	67.2
	Янв. 30	09	23	29	+44	32	10	10.10	2.361	1.444	11.2	55.4	85.7
	Февр. 09	09	11	12	+45	02	07	10.17	2.362	1.460	12.4	147.0	0.4
	Февр. 19	08	59	54	+44	53	48	10.31	2.364	1.500	14.6	50.0	68.2
	Март 01	08	51	14	+44	10	40	10.49	2.366	1.560	17.2	90.8	81.3
	Март 11	08	46	10	+43	00	01	10.67	2.368	1.637	19.6	124.6	0.1
	Март 21	08	44	58	+41	29	39	10.86	2.371	1.729	21.6	29.0	69.7
	Март 31	08	47	23	+39	46	24	11.03	2.375	1.831	23.1	124.3	75.0
	Апр. 10	08	52	53	+37	54	46	11.19	2.379	1.940	24.2	98.1	0.2

Дата (21 <sup>h</sup> UT)	$\alpha$ (2000.0)			$\delta$ (2000.0)			$V$ m	$r$ а. е.	$\Delta$ а. е.	$\beta$ °	Расст. Луны °	фаза %
	ч	м	с	°	'	''						

**63 Авзония D=103 км, P=9.2976<sup>h</sup>, B-V=0.916<sup>m</sup>, A=0.1586, Тип Sa, 02.III.2013**

2013	Янв.	20	11	20	37	+05	08	21	11.58	2.526	1.760	16.8	118.2	67.2
	Янв.	30	11	17	10	+05	09	38	11.34	2.513	1.657	13.7	8.839	85.7
	Февр.	09	11	10	59	+05	25	16	11.09	2.501	1.574	9.7	148.1	0.4
	Февр.	19	11	02	29	+05	52	43	10.81	2.488	1.515	5.2	82.0	68.2
	Март	01	10	52	32	+06	27	13	10.45	2.475	1.484	0.4	50.6	81.3
	Март	11	10	42	17	+07	02	52	10.72	2.461	1.481	4.7	167.7	0.1
	Март	21	10	33	00	+07	33	25	10.94	2.448	1.505	9.5	42.8	69.7
	Март	31	10	25	44	+07	53	59	11.14	2.434	1.553	13.9	95.9	75.0
	Апр.	10	10	21	10	+08	01	47	11.33	2.420	1.622	17.5	128.2	0.2
	Апр.	20	10	19	33	+07	55	30	11.51	2.406	1.706	20.4	7.392	72.4
	Апр.	30	10	20	51	+07	35	17	11.68	2.392	1.801	22.6	135.9	67.5
	Май	10	10	24	49	+07	01	54	11.82	2.378	1.904	24.1	96.1	0.7

**29 Амфитрита D=212 км, P=5.39<sup>h</sup>, B-V=0.838<sup>m</sup>, A=0.179, Тип S, 12.III.2013**

2013	Янв.	20	12	01	11	+02	20	42	10.24	2.579	1.926	19.0	128.5	67.2
	Янв.	30	12	00	17	+02	12	51	10.05	2.587	1.824	16.5	7.762	85.7
	Февр.	09	11	56	40	+02	19	45	9.85	2.594	1.739	13.3	136.3	0.4
	Февр.	19	11	50	30	+02	40	01	9.63	2.602	1.675	9.4	94.4	68.2
	Март	01	11	42	19	+03	10	20	9.40	2.609	1.635	5.0	38.1	81.3
	Март	11	11	32	59	+03	45	52	9.08	2.616	1.623	0.5	175.5	0.1
	Март	21	11	23	33	+04	20	36	9.38	2.624	1.639	4.2	55.7	69.7
	Март	31	11	15	08	+04	48	55	9.64	2.631	1.683	8.6	83.4	75.0
	Апр.	10	11	08	35	+05	06	44	9.87	2.637	1.752	12.5	140.2	0.2
	Апр.	20	11	04	26	+05	11	36	10.09	2.644	1.841	15.7	18.6	72.4
	Апр.	30	11	02	51	+05	02	52	10.30	2.651	1.947	18.2	125.2	67.5
	Май	10	11	03	46	+04	40	59	10.49	2.657	2.066	20.1	106.0	0.7
	Май	20	11	07	00	+04	06	51	10.66	2.663	2.194	21.3	15.9	76.5
	Май	30	11	12	15	+03	21	48	10.81	2.669	2.327	22.0	160.3	59.8
	Июнь	09	11	19	14	+02	27	05	10.95	2.675	2.462	22.2	77.7	1.4

**15 Эвномия D=255 км, P=6.083<sup>h</sup>, B-V=0.839<sup>m</sup>, A=0.2094, Тип S, 16.III.2013**

2013	Февр.	09	11	49	58	-13	40	30	10.04	2.978	2.187	13.2	131.6	0.4
	Февр.	19	11	43	29	-13	50	33	9.89	2.990	2.116	10.5	98.2	68.2
	Март	01	11	35	23	-13	40	57	9.74	3.003	2.069	7.6	34.8	81.3
	Март	11	11	26	24	-13	12	40	9.63	3.014	2.049	5.4	166.7	0.1
	Март	21	11	17	26	-12	29	12	9.65	3.026	2.058	5.4	60.5	69.7
	Март	31	11	09	23	-11	36	12	9.79	3.037	2.095	7.6	79.0	75.0
	Апр.	10	11	02	56	-10	39	58	9.97	3.047	2.159	10.3	142.8	0.2
	Апр.	20	10	58	34	-09	46	37	10.15	3.057	2.246	13.0	23.8	72.4
	Апр.	30	10	56	28	-09	00	53	10.33	3.066	2.352	15.2	121.1	67.5
	Май	10	10	56	37	-08	25	44	10.50	3.074	2.473	16.9	108.4	0.7
	Май	20	10	58	53	-08	02	51	10.65	3.083	2.605	18.1	15.4	76.5

**14 Ирена D=152 км, P=15.06<sup>h</sup>, B-V=0.833<sup>m</sup>, A=0.159, Тип S, 19.III.2013**

2013	Янв.	20	12	33	23	+09	47	38	10.08	2.184	1.561	23.8	131.8	67.2
	Янв.	30	12	39	00	+10	20	01	9.86	2.177	1.457	21.7	20.3	85.7
	Февр.	09	12	41	43	+11	10	47	9.63	2.171	1.365	19.0	126.9	0.4
	Февр.	19	12	41	15	+12	16	43	9.39	2.166	1.289	15.6	102.4	68.2
	Март	01	12	37	40	+13	31	08	9.15	2.163	1.232	11.9	34.3	81.3
	Март	11	12	31	21	+14	44	35	8.96	2.160	1.197	8.7	157.5	0.1
	Март	21	12	23	13	+15	45	28	8.89	2.158	1.185	7.7	67.4	69.7
	Март	31	12	14	37	+16	23	39	9.00	2.157	1.197	9.8	74.8	75.0
	Апр.	10	12	06	53	+16	33	08	9.21	2.157	1.232	13.5	144.8	0.2
	Апр.	20	12	01	10	+16	12	26	9.43	2.159	1.287	17.2	33.4	72.4

Дата (21 <sup>h</sup> UT)	$\alpha$ (2000.0)			$\delta$ (2000.0)			$V$ m	$r$ а. е.	$\Delta$ а. е.	$\beta$ °	Расст. Луны °	фаза %
	ч	м	с	°	'	''						
Апр. 30	11	58	09	+15	24	24	9.66	2.161	1.359	20.4	114.8	67.5
Май 10	11	58	03	+14	13	40	9.87	2.164	1.445	23.1	114.4	0.7
Май 20	12	00	47	+12	44	57	10.08	2.169	1.542	25.0	17.7	76.5
Май 30	12	06	04	+11	02	45	10.27	2.174	1.647	26.4	147.7	59.8
Июнь 09	12	13	32	+09	10	31	10.44	2.181	1.757	27.2	88.4	1.4
Июнь 19	12	22	51	+07	10	57	10.59	2.188	1.872	27.5	37.1	81.9
Июнь 29	12	33	44	+05	06	22	10.73	2.196	1.989	27.5	169.4	53.3
<b>40 Гармония D=108 км, P=8.91<sup>h</sup>, B-V=0.854<sup>m</sup>, A=0.242, Тип S, 30.III.2013</b>												
2013 Февр. 09	13	15	13	-01	31	39	11.03	2.373	1.687	20.4	116.4	0.4
Февр. 19	13	15	24	-01	06	15	10.80	2.373	1.585	17.7	115.5	68.2
Март 01	13	12	38	-00	24	38	10.57	2.373	1.500	14.2	18.0	81.3
Март 11	13	07	00	+00	30	21	10.32	2.373	1.435	10.1	153.9	0.1
Март 21	12	59	01	+01	33	06	10.06	2.373	1.393	5.7	79.4	69.7
Март 31	12	49	38	+02	35	53	9.88	2.372	1.378	3.0	60.8	75.0
Апр. 10	12	40	01	+03	30	27	10.07	2.371	1.389	6.2	160.0	0.2
Апр. 20	12	31	25	+04	09	34	10.32	2.370	1.426	10.7	40.2	72.4
Апр. 30	12	24	50	+04	29	03	10.56	2.369	1.486	14.8	105.6	67.5
Май 10	12	20	49	+04	27	46	10.79	2.367	1.565	18.3	123.8	0.7
Май 20	12	19	37	+04	06	39	11.00	2.366	1.658	21.0	10.3	76.5
Май 30	12	21	08	+03	28	03	11.20	2.364	1.763	23.0	143.5	59.8
Июнь 09	12	25	07	+02	34	37	11.37	2.361	1.875	24.4	93.2	1.4
<b>39 Лазтиция D=150 км, P=5.138<sup>h</sup>, B-V=0.898<sup>m</sup>, A=0.2869, Тип S, 31.III.2013</b>												
2013 Февр. 19	13	17	29	-01	14	56	11.17	3.084	2.328	13.6	116.0	68.2
Март 01	13	14	51	-00	16	21	10.98	3.084	2.232	11.0	17.7	81.3
Март 11	13	10	13	+00	53	00	10.78	3.083	2.158	8.0	153.1	0.1
Март 21	13	03	57	+02	08	33	10.58	3.083	2.110	4.8	80.4	69.7
Март 31	12	56	40	+03	24	17	10.44	3.081	2.090	2.8	59.6	75.0
Апр. 10	12	49	06	+04	33	53	10.56	3.080	2.100	4.6	160.6	0.2
Апр. 20	12	42	03	+05	31	35	10.75	3.078	2.138	7.9	42.8	72.4
Апр. 30	12	36	14	+06	13	30	10.94	3.076	2.201	11.0	103.4	67.5
Май 10	12	32	05	+06	37	52	11.12	3.073	2.286	13.7	125.3	0.7
Май 20	12	29	54	+06	44	37	11.29	3.070	2.389	15.8	13.9	76.5
<b>26 Прозерпина D=95 км, P=13.11<sup>h</sup>, B-V=0.891<sup>m</sup>, A=0.1966, Тип S, 02.IV.2013</b>												
2013 Март 01	13	14	54	-04	05	04	11.38	2.505	1.646	14.0	14.9	81.3
Март 11	13	10	14	-03	38	22	11.12	2.497	1.568	10.2	152.9	0.1
Март 21	13	03	19	-03	01	42	10.85	2.489	1.513	5.9	81.7	69.7
Март 31	12	54	57	-02	20	05	10.50	2.482	1.484	1.6	57.6	75.0
Апр. 10	12	46	08	-01	39	37	10.70	2.475	1.483	4.0	164.7	0.2
Апр. 20	12	38	01	-01	06	47	10.95	2.469	1.507	8.6	42.6	72.4
Апр. 30	12	31	35	-00	46	36	11.17	2.462	1.556	12.8	102.3	67.5
Май 10	12	27	28	-00	41	55	11.39	2.456	1.624	16.4	127.4	0.7
<b>27 Евтерпа D=96 км, P=10.4082<sup>h</sup>, B-V=0.878<sup>m</sup>, A=0.162, Тип S, 10.IV.2013</b>												
2013 Март 01	13	49	15	-08	42	41	10.74	2.340	1.552	18.1	6.026	81.3
Март 11	13	45	35	-08	14	36	10.54	2.360	1.484	14.4	143.5	0.1
Март 21	13	39	06	-07	32	12	10.32	2.379	1.437	10.0	91.5	69.7
Март 31	13	30	31	-06	39	44	10.08	2.398	1.413	5.2	47.8	75.0
Апр. 10	13	20	52	-05	43	19	9.83	2.416	1.415	1.0	173.6	0.2
Апр. 20	13	11	24	-04	50	21	10.16	2.435	1.445	5.1	51.6	72.4
Апр. 30	13	03	16	-04	07	34	10.47	2.453	1.500	9.7	93.8	67.5
Май 10	12	57	15	-03	39	30	10.75	2.471	1.579	13.7	135.4	0.7
Май 20	12	53	49	-03	28	23	11.01	2.488	1.677	17.0	13.6	76.5
Май 30	12	53	03	-03	34	10	11.25	2.505	1.791	19.5	134.2	59.8
Июнь 09	12	54	48	-03	55	26	11.46	2.521	1.917	21.3	102.4	1.4

Дата (21 <sup>h</sup> UT)	$\alpha$ (2000.0) ч м с	$\delta$ (2000.0) ° ' "	$V$ m	$r$ а. е.	$\Delta$ а. е.	$\beta$ °	Расст. Луны °	фаза %		
<b>16 Психея D=253 км, P=4.196<sup>h</sup>, B-V=0.729<sup>m</sup>, A=0.120, Тип X, 09.V.2013</b>										
2013	Апр.	10	15 31 21	-14 50 57	10.95	3.265	2.382	9.7	151.4	0.2
	Апр.	20	15 25 30	-14 19 54	10.75	3.259	2.307	6.7	85.8	72.4
	Апр.	30	15 18 16	-13 45 20	10.54	3.252	2.258	3.4	59.1	67.5
	Май	10	15 10 15	-13 09 52	10.39	3.245	2.237	1.4	169.3	0.7
	Май	20	15 02 15	-12 36 45	10.57	3.237	2.245	4.2	45.7	76.5
	Май	30	14 55 00	-12 09 09	10.75	3.229	2.281	7.5	102.9	59.8
	Июнь	09	14 49 06	-11 49 40	10.92	3.221	2.342	10.6	131.7	1.4
	Июнь	19	14 45 01	-11 40 04	11.08	3.213	2.425	13.1	7.154	81.9
	Июнь	29	14 42 57	-11 40 55	11.23	3.204	2.525	15.2	142.0	53.3
	Июль	09	14 42 58	-11 52 01	11.37	3.195	2.639	16.8	97.6	2.5
<b>88 Фисба D=232 км, P=6.042<sup>h</sup>, B-V=0.681<sup>m</sup>, A=0.0671, Тип B, 22.V.2013</b>										
2013	Май	10	16 05 05	-26 07 27	10.57	2.576	1.588	5.8	171.2	0.7
	Май	20	15 56 07	-25 30 20	10.29	2.560	1.551	2.1	60.1	76.5
	Май	30	15 46 54	-24 44 18	10.39	2.544	1.540	4.1	88.5	59.8
	Июнь	09	15 38 34	-23 53 54	10.60	2.528	1.555	8.4	145.0	1.4
	Июнь	19	15 32 10	-23 04 45	10.81	2.512	1.594	12.5	18.3	81.9
	Июнь	29	15 28 20	-22 21 57	11.00	2.497	1.654	16.0	129.2	53.3
	Июль	09	15 27 22	-21 48 53	11.19	2.482	1.730	19.0	109.7	2.5
<b>6 Геба D=185 км, P=7.2745<sup>h</sup>, B-V=0.822<sup>m</sup>, A=0.2679, Тип S, 23.V.2013</b>										
2013	Апр.	10	16 45 47	-02 04 41	10.28	2.783	2.054	16.5	131.8	0.2
	Апр.	20	16 43 15	-01 03 01	10.10	2.770	1.950	14.3	103.3	72.4
	Апр.	30	16 38 13	-00 04 51	9.91	2.756	1.866	11.9	44.6	67.5
	Май	10	16 30 59	+00 44 34	9.74	2.741	1.803	9.6	158.6	0.7
	Май	20	16 22 10	+01 19 45	9.63	2.726	1.764	8.2	65.9	76.5
	Май	30	16 12 39	+01 36 15	9.62	2.710	1.751	8.7	86.0	59.8
	Июнь	09	16 03 22	+01 31 32	9.70	2.693	1.764	10.7	143.2	1.4
	Июнь	19	15 55 17	+01 05 19	9.82	2.676	1.800	13.4	28.8	81.9
	Июнь	29	15 49 07	+00 19 44	9.95	2.658	1.856	16.1	125.7	53.3
	Июль	09	15 45 18	-00 41 53	10.09	2.640	1.929	18.5	110.2	2.5
	Июль	19	15 44 03	-01 55 46	10.23	2.622	2.016	20.4	26.6	87.7
	Июль	29	15 45 21	-03 18 05	10.35	2.603	2.112	21.8	157.6	48.4
	Авг.	08	15 49 04	-04 45 40	10.47	2.583	2.214	22.7	79.4	4.0
<b>41 Дафна D=174 км, P=5.988<sup>h</sup>, B-V=0.726<sup>m</sup>, A=0.0828, Тип Ch, 15.VII.2013</b>										
2013	Май	20	19 42 14	+02 16 32	10.86	2.163	1.484	24.1	115.8	76.5
	Май	30	19 42 37	+03 27 17	10.71	2.186	1.423	21.8	35.1	59.8
	Июнь	09	19 40 03	+04 17 14	10.57	2.210	1.375	19.0	147.5	1.4
	Июнь	19	19 34 52	+04 40 37	10.43	2.235	1.341	16.0	80.3	81.9
	Июнь	29	19 27 44	+04 33 35	10.33	2.261	1.326	13.2	70.9	53.3
	Июль	09	19 19 37	+03 55 05	10.28	2.288	1.331	11.3	156.6	2.5
	Июль	19	19 11 38	+02 48 03	10.34	2.315	1.358	11.0	40.0	87.7
	Июль	29	19 04 54	+01 19 09	10.51	2.343	1.408	12.5	109.2	48.4
	Авг.	08	19 00 13	-00 23 19	10.73	2.371	1.479	14.7	126.8	4.0
	Авг.	18	18 58 05	-02 10 50	10.97	2.400	1.570	17.1	18.9	92.9
	Авг.	28	18 58 39	-03 56 15	11.21	2.429	1.678	19.2	143.2	45.1
	Сент.	07	19 01 50	-05 34 30	11.45	2.458	1.801	20.9	93.1	6.2
<b>8 Флора D=136 км, P=12.799<sup>h</sup>, B-V=0.885<sup>m</sup>, A=0.2426, 19.VII.2013</b>										
2013	Июнь	29	20 17 19	-19 47 33	9.32	2.237	1.270	10.6	62.4	53.3
	Июль	09	20 08 52	-20 47 50	9.03	2.219	1.215	5.6	171.9	2.5
	Июль	19	19 58 34	-21 52 58	8.66	2.201	1.185	0.5	41.4	87.7
	Июль	29	19 47 45	-22 55 57	8.93	2.183	1.180	5.6	103.9	48.4
	Авг.	08	19 37 59	-23 50 49	9.14	2.165	1.199	11.0	133.2	4.0
	Авг.	18	19 30 38	-24 33 50	9.34	2.146	1.240	15.8	8.098	92.9
	Авг.	28	19 26 38	-25 04 06	9.54	2.128	1.299	19.9	141.2	45.1



Дата (21 <sup>h</sup> UT)	$\alpha$ (2000.0) ч м с	$\delta$ (2000.0) ° ' "	$V$ m	$r$ а. е.	$\Delta$ а. е.	$\beta$ °	Расст. Луны °	фаза %
<b>3 Юнона D=234 км, P=7.21<sup>h</sup>, B-V=0.824<sup>m</sup>, A=0.2383, Тип Sk, 04.VIII.2013</b>								
2013	Июнь 19	21 08 29	-02 39 20	9.86	2.817	2.070	16.3	100.7 81.9
	Июнь 29	21 05 57	-02 36 04	9.65	2.792	1.952	14.0	47.0 53.3
	Июль 09	21 01 13	-02 50 34	9.43	2.767	1.852	11.2	165.8 2.5
	Июль 19	20 54 34	-03 24 12	9.22	2.741	1.773	8.0	59.5 87.7
	Июль 29	20 46 34	-04 16 22	9.03	2.715	1.720	5.3	85.9 48.4
	Авг. 08	20 37 59	-05 24 22	8.96	2.688	1.693	5.1	151.3 4.0
	Авг. 18	20 29 48	-06 43 12	9.04	2.661	1.693	7.9	15.2 92.9
	Авг. 28	20 22 58	-08 06 40	9.17	2.634	1.718	11.4	125.1 45.1
	Сент. 07	20 18 14	-09 28 47	9.31	2.607	1.766	14.8	111.1 6.2
	Сент. 17	20 16 04	-10 44 26	9.45	2.579	1.833	17.7	30.0 96.5
	Сент. 27	20 16 41	-11 50 10	9.58	2.552	1.914	20.1	159.4 42.9
	Окт. 07	20 20 02	-12 43 48	9.70	2.524	2.007	21.8	73.8 9.6
<b>7 Ирис D=200 км, P=7.139<sup>h</sup>, B-V=0.855<sup>m</sup>, A=0.277, Тип S, 16.VIII.2013</b>								
2013	Июнь 29	21 59 33	-05 30 00	9.28	2.307	1.540	20.3	34.5 53.3
	Июль 09	21 58 38	-04 50 57	9.00	2.281	1.429	17.6	154.8 2.5
	Июль 19	21 54 51	-04 27 12	8.71	2.255	1.333	14.2	73.1 87.7
	Июль 29	21 48 24	-04 20 33	8.40	2.228	1.257	10.1	71.1 48.4
	Авг. 08	21 39 46	-04 31 27	8.09	2.202	1.202	5.9	166.7 4.0
	Авг. 18	21 29 59	-04 57 47	7.94	2.176	1.172	4.4	28.5 92.9
	Авг. 28	21 20 22	-05 34 56	8.07	2.150	1.165	8.1	110.8 45.1
	Сент. 07	21 12 17	-06 16 48	8.27	2.124	1.182	12.9	124.8 6.2
	Сент. 17	21 06 52	-06 56 47	8.47	2.099	1.220	17.4	17.3 96.5
	Сент. 27	21 04 46	-07 29 35	8.66	2.075	1.274	21.3	146.8 42.9
	Окт. 07	21 06 12	-07 51 27	8.85	2.051	1.341	24.4	86.1 9.6
	Окт. 17	21 11 03	-07 59 56	9.01	2.027	1.418	26.8	53.0 98.5
	Окт. 27	21 18 59	-07 53 54	9.16	2.005	1.501	28.5	175.0 41.0
<b>89 Юлия D=152 км, P=11.387<sup>h</sup>, B-V=0.859<sup>m</sup>, A=0.1764, Тип K, 22.IX.2013</b>								
2013	Июль 19	00 02 42	+11 38 12	10.30	2.099	1.502	26.7	108.5 87.7
	Июль 29	00 05 36	+14 08 13	10.10	2.094	1.404	25.1	33.9 48.4
	Авг. 08	00 05 30	+16 29 19	9.89	2.089	1.317	22.8	149.6 4.0
	Авг. 18	00 02 10	+18 35 50	9.67	2.087	1.243	20.0	72.7 92.9
	Авг. 28	23 55 39	+20 20 55	9.46	2.085	1.185	16.8	66.6 45.1
	Сент. 07	23 46 25	+21 37 02	9.28	2.084	1.146	13.6	160.3 6.2
	Сент. 17	23 35 35	+22 18 51	9.16	2.085	1.128	11.4	34.7 96.5
	Сент. 27	23 24 43	+22 26 10	9.17	2.087	1.132	11.3	102.9 42.9
	Окт. 07	23 15 25	+22 04 23	9.30	2.091	1.159	13.3	124.2 9.6
	Окт. 17	23 08 58	+21 24 00	9.49	2.095	1.206	16.2	26.2 98.5
	Окт. 27	23 06 04	+20 36 42	9.71	2.101	1.271	19.2	136.3 41.0
	Нояб. 06	23 06 52	+19 52 18	9.93	2.107	1.351	21.8	86.1 14.4
	Нояб. 16	23 11 08	+19 18 00	10.15	2.115	1.445	23.9	53.1 99.4
	Нояб. 26	23 18 27	+18 57 33	10.35	2.124	1.548	25.4	160.0 39.0
	Дек. 06	23 28 22	+18 52 25	10.54	2.135	1.658	26.4	53.7 20.1
	Дек. 16	23 40 27	+19 02 35	10.72	2.146	1.774	26.9	78.0 99.6
	Дек. 26	23 54 19	+19 26 45	10.87	2.158	1.894	27.0	158.1 36.2
2014	Янв. 05	00 09 38	+20 03 11	11.01	2.171	2.016	26.8	28.0 25.5
	Янв. 15	00 26 10	+20 49 56	11.14	2.185	2.139	26.2	98.8 99.7
<b>44 Ниса D=71 км, P=6.422<sup>h</sup>, B-V=0.703<sup>m</sup>, A=0.546, Тип Xc, 02.X.2013</b>								
2013	Авг. 08	01 07 07	+03 19 02	11.12	2.550	1.893	20.2	140.9 4.0
	Авг. 18	01 08 24	+03 03 16	10.91	2.535	1.775	18.1	82.2 92.9
	Авг. 28	01 07 08	+02 31 11	10.70	2.520	1.670	15.2	54.7 45.1
	Сент. 07	01 03 15	+01 43 29	10.48	2.505	1.583	11.7	172.4 6.2
	Сент. 17	00 56 58	+00 43 06	10.27	2.489	1.518	7.5	40.7 96.5
	Сент. 27	00 48 53	-00 24 33	10.05	2.473	1.477	3.3	91.5 42.9

Дата (21 <sup>h</sup> UT)	$\alpha$ (2000.0)			$\delta$ (2000.0)			$V$ m	$r$ а. е.	$\Delta$ а. е.	$\beta$ °	Расст. Луны °	фаза %
	ч	м	с	°	'	''						
Окт. 07	00	39	54	-01	32	11	10.02	2.457	1.464	3.2	137.9	9.6
Окт. 17	00	31	10	-02	31	28	10.17	2.441	1.478	7.6	8.475	98.5
Окт. 27	00	23	48	-03	15	34	10.33	2.425	1.517	12.0	129.6	41.0
Нояб. 06	00	18	37	-03	40	08	10.50	2.409	1.578	15.9	94.3	14.4
Нояб. 16	00	16	09	-03	43	32	10.66	2.392	1.657	19.1	43.5	99.4
Нояб. 26	00	16	30	-03	26	36	10.82	2.375	1.750	21.5	162.4	39.0
Дек. 06	00	19	35	-02	51	10	10.97	2.359	1.852	23.3	56.4	20.1
Дек. 16	00	25	10	-01	59	40	11.10	2.342	1.960	24.4	74.0	99.6
Дек. 26	00	32	58	-00	54	43	11.22	2.326	2.071	24.9	164.9	36.2

**42 Исис D=100 км, P=13.597<sup>h</sup>, B-V=0.874<sup>m</sup>, A=0.1712, Тип L, 20.X.2013**

2013	Авг.	28	02	23	15	+00	36	00	10.79	2.016	1.301	25.4	38.3	45.1
	Сент.	07	02	25	13	+00	10	19	10.61	2.035	1.237	22.3	154.1	6.2
	Сент.	17	02	23	37	-00	25	29	10.42	2.055	1.185	18.5	61.9	96.5
	Сент.	27	02	18	34	-01	06	17	10.22	2.076	1.149	14.1	70.4	42.9
	Окт.	07	02	10	36	-01	45	05	10.04	2.097	1.132	9.6	155.5	9.6
	Окт.	17	02	00	50	-02	13	43	9.94	2.120	1.139	6.4	22.7	98.5
	Окт.	27	01	50	43	-02	25	21	10.06	2.143	1.170	7.3	108.1	41.0
	Нояб.	06	01	41	40	-02	15	56	10.34	2.166	1.226	10.9	114.2	14.4
	Нояб.	16	01	34	53	-01	44	42	10.64	2.190	1.304	14.8	26.0	99.4
	Нояб.	26	01	30	57	-00	53	57	10.94	2.215	1.402	18.2	144.0	39.0
	Дек.	06	01	30	05	+00	12	52	11.21	2.239	1.516	20.9	74.2	20.1
	Дек.	16	01	32	07	+01	32	07	11.47	2.264	1.644	22.8	57.1	99.6

**10 Гигея D=407 км, P=27.623<sup>h</sup>, B-V=0.696<sup>m</sup>, A=0.0717, Тип C, 30.X.2013**

2013	Авг.	28	02	41	57	+20	16	11	11.33	3.449	2.953	15.8	28.0	45.1
	Сент.	07	02	42	16	+20	27	55	11.20	3.454	2.829	14.5	149.3	6.2
	Сент.	17	02	40	32	+20	29	53	11.05	3.459	2.718	12.7	70.2	96.5
	Сент.	27	02	36	49	+20	21	22	10.89	3.463	2.624	10.4	60.7	42.9
	Окт.	07	02	31	17	+20	01	57	10.71	3.468	2.552	7.7	169.8	9.6
	Окт.	17	02	24	22	+19	32	12	10.53	3.472	2.505	4.6	29.7	98.5
	Окт.	27	02	16	41	+18	53	56	10.33	3.476	2.486	1.7	97.1	41.0
	Нояб.	06	02	08	56	+18	10	12	10.41	3.479	2.498	2.6	126.8	14.4
	Нояб.	16	02	01	52	+17	25	08	10.62	3.482	2.539	5.7	12.7	99.4
	Нояб.	26	01	56	06	+16	43	01	10.81	3.485	2.609	8.6	134.7	39.0
	Дек.	06	01	52	04	+16	07	32	11.00	3.488	2.704	11.1	83.7	20.1
	Дек.	16	01	50	00	+15	41	24	11.16	3.491	2.819	13.1	48.7	99.6
	Дек.	26	01	49	58	+15	25	55	11.32	3.493	2.949	14.6	170.0	36.2
2014	Янв.	05	01	51	53	+15	21	23	11.46	3.495	3.091	15.6	45.6	25.5

**20 Массалия D=146 км, P=8.098<sup>h</sup>, B-V=0.854<sup>m</sup>, A=0.2096, Тип S, 31.X.2013**

2013	Авг.	18	02	36	58	+15	29	09	10.72	2.336	1.873	24.8	106.6	92.9
	Авг.	28	02	43	56	+15	58	59	10.52	2.320	1.744	23.7	28.0	45.1
	Сент.	07	02	48	32	+16	17	03	10.30	2.305	1.622	22.1	149.0	6.2
	Сент.	17	02	50	24	+16	22	13	10.07	2.289	1.511	19.6	71.5	96.5
	Сент.	27	02	49	14	+16	13	31	9.81	2.273	1.413	16.4	58.5	42.9
	Окт.	07	02	44	57	+15	50	20	9.54	2.258	1.332	12.4	173.1	9.6
	Окт.	17	02	37	53	+15	13	31	9.26	2.243	1.272	7.6	31.3	98.5
	Окт.	27	02	28	51	+14	26	05	8.93	2.228	1.237	2.2	95.3	41.0
	Нояб.	06	02	19	05	+13	33	34	8.96	2.214	1.227	3.3	128.2	14.4
	Нояб.	16	02	10	05	+12	43	41	9.21	2.200	1.244	8.7	11.0	99.4
	Нояб.	26	02	03	08	+12	03	52	9.44	2.186	1.285	13.7	134.4	39.0
	Дек.	06	01	59	04	+11	39	40	9.65	2.173	1.346	17.9	84.1	20.1
	Дек.	16	01	58	18	+11	33	49	9.86	2.161	1.424	21.4	47.7	99.6
	Дек.	26	02	00	49	+11	46	12	10.05	2.149	1.514	24.0	168.8	36.2
2014	Янв.	05	02	06	24	+12	15	04	10.23	2.138	1.613	25.8	48.0	25.5
	Янв.	15	02	14	42	+12	57	48	10.38	2.127	1.717	27.0	76.3	99.7
	Янв.	25	02	25	23	+13	51	12	10.52	2.117	1.824	27.6	161.7	32.0

Дата (21 <sup>h</sup> UT)	$\alpha$ (2000.0) ч м с	$\delta$ (2000.0) ° ' "	$V$ m	$r$ а. е.	$\Delta$ а. е.	$\beta$ °	Расст. Луны °	фаза %
<b>51 Немауза D=148 км, P=7.783<sup>h</sup>, B-V=0.789<sup>m</sup>, A=0.0928, Тип Ch, 02.I.2014</b>								
2013	Окт. 27	07 08 08	+09 51 07	11.81	2.368	1.882	23.6	28.2 41.0
	Нояб. 06	07 12 42	+08 51 41	11.62	2.361	1.762	22.3	158.2 14.4
	Нояб. 16	07 14 27	+07 56 19	11.40	2.353	1.651	20.3	64.0 99.4
	Нояб. 26	07 13 09	+07 08 47	11.17	2.346	1.552	17.6	58.5 39.0
	Дек. 06	07 08 46	+06 33 22	10.92	2.338	1.470	14.4	157.5 20.1
	Дек. 16	07 01 34	+06 14 15	10.68	2.331	1.408	10.8	29.1 99.6
	Дек. 26	06 52 18	+06 14 26	10.47	2.323	1.370	7.7	96.8 36.2
2014	Янв. 05	06 42 05	+06 35 02	10.41	2.316	1.358	7.1	115.1 25.5
	Янв. 15	06 32 21	+07 14 20	10.55	2.309	1.372	9.6	17.2 99.7
	Янв. 25	06 24 21	+08 08 18	10.76	2.301	1.411	13.3	138.9 32.0
<b>19 Фортуна D=200 км, P=7.4432<sup>h</sup>, B-V=0.719<sup>m</sup>, A=0.037, Тип Ch, 07.I.2014</b>								
2013	Окт. 27	07 33 35	+20 04 27	11.27	2.168	1.724	26.5	23.3 41.0
	Нояб. 06	07 40 52	+19 36 43	11.11	2.183	1.625	25.1	155.1 14.4
	Нояб. 16	07 45 03	+19 15 02	10.93	2.197	1.532	22.9	69.1 99.4
	Нояб. 26	07 45 51	+19 01 31	10.73	2.213	1.449	20.1	52.4 39.0
	Дек. 06	07 43 03	+18 57 29	10.51	2.228	1.379	16.3	166.4 20.1
	Дек. 16	07 36 51	+19 02 44	10.27	2.244	1.328	11.9	33.6 99.6
	Дек. 26	07 27 53	+19 15 31	10.01	2.261	1.299	6.8	90.4 36.2
2014	Янв. 05	07 17 17	+19 32 52	9.71	2.277	1.295	1.7	122.5 25.5
	Янв. 15	07 06 36	+19 51 28	9.95	2.295	1.320	4.3	6.925 99.7
	Янв. 25	06 57 19	+20 08 54	10.29	2.312	1.370	9.2	133.4 32.0
<b>11 Парфенопа D=153 км, P=9.43<sup>h</sup>, B-V=0.837<sup>m</sup>, A=0.1803, Тип Sk, 10.I.2014</b>								
2013	Нояб. 06	07 55 59	+17 56 47	11.33	2.612	2.146	21.2	151.3 14.4
	Нояб. 16	07 59 04	+17 50 18	11.17	2.620	2.028	19.7	72.6 99.4
	Нояб. 26	07 59 23	+17 53 03	10.99	2.627	1.920	17.6	49.0 39.0
	Дек. 06	07 56 45	+18 06 09	10.79	2.634	1.826	14.7	169.8 20.1
	Дек. 16	07 51 14	+18 29 26	10.57	2.641	1.751	11.2	37.1 99.6
	Дек. 26	07 43 12	+19 01 15	10.34	2.647	1.699	7.0	86.8 36.2
2014	Янв. 05	07 33 22	+19 38 29	10.07	2.653	1.674	2.5	126.2 25.5
	Янв. 15	07 22 54	+20 17 08	10.06	2.659	1.679	2.3	4.437 99.7
	Янв. 25	07 13 02	+20 53 40	10.35	2.664	1.712	6.7	129.9 32.0
<b>18 Мельпомена D=141 км, P=11.5714<sup>h</sup>, B-V=0.854<sup>m</sup>, A=0.2225, Тип S, 28.I.2014</b>								
2013	Дек. 06	09 06 46	+07 37 05	10.22	2.226	1.592	23.1	170.1 20.1
	Дек. 16	09 06 39	+07 41 37	10.06	2.251	1.512	20.2	57.4 99.6
	Дек. 26	09 03 17	+08 07 35	9.88	2.276	1.444	16.6	65.4 36.2
2014	Янв. 05	08 56 50	+08 55 46	9.69	2.301	1.396	12.2	148.2 25.5
	Янв. 15	08 47 57	+10 03 45	9.50	2.326	1.370	7.4	19.6 99.7
	Янв. 25	08 37 43	+11 25 45	9.33	2.350	1.371	3.1	108.1 32.0

В этом году наблюдателей астероидов ждут несколько волнующих "рандеву". В середине декабря 2012 года с Землей сближается небольшой астероид Тоутатис (4179); в это время его блеск достигнет 10.47<sup>m</sup> и его смогут увидеть даже любители в небольшой телескоп. Далее, во второй декаде января к Земле очередной раз подойдет самый "угрожающий" ей астероид Апофис (99942). Правда, на этот раз он пролетит на расстоянии в 37 раз дальше Луны и будет доступен для наблюдений только в профессиональные телескопы. Тем не менее – это явление будет широко комментировать, поскольку в своих следующих сближениях с Землей (а именно, в апреле 2029 года) Апофис пролетит на критическом расстоянии – в 10 раз ближе расстояния до Луны!

В 2013 году подобный же кульбит совершит недавно открытый астероид с предварительным номером 2012 DA14. Вечером 15 февраля он также пролетит на расстоянии от нас в 11÷14 раз ближе Луны (на расстоянии около 30 тысяч километров) и, при своих небольших размерах (35÷75 метров), достигнет блеска 8 звездной величины (!), то есть будет виден даже в самый небольшой бинокль. Ближайшую к Земле точку своей орбиты астероид пройдет в 19 часов 40 минут по Всемирному времени. При этом угловая скорость движения астероида по небу будет составлять почти градус в минуту! Это очень высокая скорость, и в течение часа после появления над горизонтом\* (он будет в 19 часов 40 минут по UT в точке с координатами – азимут  $A = 104^\circ$  и высота  $h = 10^\circ$ ) астероид пройдет почти  $50^\circ$  и достигнет точки с координатами:  $A = 79^\circ$ ,  $h = 46^\circ$ . А в 21 час 40 мин по UT он будет в точке:  $A = 48^\circ$ ,  $h = 60^\circ$ , а его блеск ослабеет уже до 9.4<sup>m</sup>, поскольку его расстояние от Земли к этому моменту увеличится до 60 тысяч километров.

А в конце мая и первых числах июня 2013 года на довольно близкое расстояние к Земле подлетит астероид 285263 (1998 QE2), и его блеск достигнет 10.5<sup>m</sup>. Этот сближающийся с Землей астероид можно будет наблюдать только в южных обсерваториях, например, на телескопе Кука в Одесской обсерватории в парке Шевченко он будет виден на юге на небольшой высоте  $h = 22\div 31^\circ$  (если к тому времени не возведут огромное здание трансформаторной подстанции по соседству с обсерваторией именно с южной стороны).

Дата (21 <sup>h</sup> UT)	$\alpha$ (2000.0) ч м с	$\delta$ (2000.0) ° ' "	$V$ m	$r$ а. е.	$\Delta$ а. е.	$\beta$ °	Расст. Луны °	фаза %
------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------	--------------	-------------------	--------------	------------------	-----------

**4179 Тугатис D=5.4 км, P=176<sup>h</sup>, B-V, A – неизв., Тип Sk**

2012

Дек. 10	21:00	00 41 24	-03 10 21	11.21	1.001	0.047	68.3	143.0	8.9
Дек. 11	18:00	01 08 21	-00 22 40	10.98	1.005	0.046	62.1	138.2	4.0
Дек. 11	21:00	01 12 09	+00 01 48	10.95	1.006	0.046	61.2	137.0	3.3
Дек. 12	18:00	01 39 44	+02 53 37	10.77	1.010	0.046	54.8	132.1	0.6
Дек. 12	21:00	01 43 33	+03 17 54	10.75	1.011	0.046	53.9	130.9	0.4
Дек. 13	18:00	02 10 44	+06 03 26	10.62	1.015	0.047	47.6	125.7	0.2
Дек. 13	21:00	02 14 26	+06 26 07	10.60	1.016	0.047	46.8	124.5	0.4
Дек. 14	18:00	02 40 19	+08 56 32	10.52	1.021	0.049	40.9	118.8	2.8
Дек. 14	21:00	02 43 46	+09 16 37	10.51	1.021	0.049	40.2	117.6	3.4
Дек. 15	18:00	03 07 40	+11 26 43	10.48	1.026	0.052	34.9	111.3	8.0
Дек. 15	21:00	03 10 48	+11 43 45	10.48	1.027	0.052	34.2	110.2	9.0
Дек. 16	18:00	03 32 22	+13 32 11	10.48	1.032	0.055	29.7	103.4	15.5
Дек. 16	21:00	03 35 10	+13 46 12	10.48	1.032	0.056	29.1	102.2	16.6
Дек. 17	18:00	03 54 17	+15 14 23	10.51	1.037	0.059	25.2	94.9	24.5
Дек. 17	21:00	03 56 45	+15 25 43	10.51	1.038	0.060	24.8	93.9	25.7
Дек. 18	18:00	04 13 32	+16 36 24	10.56	1.043	0.064	21.5	86.2	34.4
Дек. 18	21:00	04 15 41	+16 45 30	10.57	1.044	0.065	21.1	85.2	35.6
Дек. 19	18:00	04 30 20	+17 41 50	10.64	1.049	0.069	18.5	77.1	44.8
Дек. 19	21:00	04 32 13	+17 49 06	10.65	1.050	0.070	18.2	76.2	45.9

\* – эти видимые координаты относятся к наблюдениям в Одессе, но они существенно не изменятся в пределах Украины.

Дата, время (UT)	$\alpha$ (2000.0)			$\delta$ (2000.0)			$V$ m	$r$ а. е.	$\Delta$ а. е.	$\beta$ °	Расст. Луны °	фаза %
	ч	м	с	°	'	''						
Дек. 20 18:00	04	45	00	+18	33	59	10.73	1.055	0.075	16.0	67.9	55.0
Дек. 20 21:00	04	46	37	+18	39	49	10.74	1.056	0.075	15.7	67.0	56.0
Дек. 21 18:00	04	57	47	+19	15	42	10.82	1.062	0.080	14.0	58.5	64.8
Дек. 21 21:00	04	59	12	+19	20	25	10.84	1.062	0.081	13.8	57.6	65.6
Дек. 22 18:00	05	08	58	+19	49	15	10.93	1.068	0.086	12.3	48.9	73.8
Дек. 22 21:00	05	10	12	+19	53	05	10.94	1.069	0.087	12.2	48.1	74.5
Дек. 23 18:00	05	18	47	+20	16	27	11.04	1.074	0.093	11.0	39.1	81.7
Дек. 23 21:00	05	19	52	+20	19	35	11.05	1.075	0.094	10.9	38.3	82.4
Дек. 24 18:00	05	27	26	+20	38	39	11.15	1.081	0.099	10.0	29.1	88.5
Дек. 24 21:00	05	28	24	+20	41	14	11.17	1.082	0.100	9.9	28.3	89.0
Дек. 25 18:00	05	35	06	+20	56	55	11.27	1.088	0.106	9.2	18.9	93.8
Дек. 25 21:00	05	35	57	+20	59	05	11.29	1.088	0.107	9.1	18.1	94.2
Дек. 26 18:00	05	41	55	+21	12	05	11.39	1.094	0.112	8.6	8.5	97.5
Дек. 26 21:00	05	42	41	+21	13	54	11.41	1.095	0.113	8.6	7.6	97.8
Дек. 27 18:00	05	48	01	+21	24	46	11.51	1.101	0.119	8.2	2.4	99.6
Дек. 27 21:00	05	48	41	+21	26	19	11.53	1.102	0.120	8.1	3.2	99.6
Дек. 28 18:00	05	53	29	+21	35	27	11.63	1.108	0.126	7.9	13.0	99.7
Дек. 28 21:00	05	54	05	+21	36	46	11.65	1.109	0.127	7.8	14.0	99.7
Дек. 29 18:00	05	58	25	+21	44	32	11.76	1.115	0.133	7.7	24.0	98.1
Дек. 29 21:00	05	58	58	+21	45	40	11.77	1.116	0.134	7.7	25.1	97.8
Дек. 30 18:00	06	02	53	+21	52	17	11.88	1.122	0.141	7.6	35.3	94.6
Дек. 30 21:00	06	03	22	+21	53	16	11.90	1.123	0.141	7.6	36.5	94.1
Дек. 31 18:00	06	06	56	+21	58	57	12.01	1.130	0.148	7.6	46.7	89.3
Дек. 31 21:00	06	07	23	+21	59	48	12.02	1.131	0.149	7.6	48.0	88.6

**2012 DA14 D, P, B-V, A, Тип – неизв.**

2013

Февр. 15 20:00	12	17	13	+13	03	28	7.61	0.988	0.00023	34.1	142.0	30.5
Февр. 15 21:00	12	24	09	+46	43	12	8.62	0.988	0.00031	46.0	115.1	30.9
Февр. 15 22:00	12	31	12	+63	20	00	9.70	0.988	0.00045	57.5	100.4	31.3
Февр. 15 23:00	12	38	18	+72	00	11	10.50	0.988	0.00059	64.1	92.5	31.7
Февр. 16 00:00	12	45	44	+77	05	10	11.11	0.988	0.00074	68.1	87.8	32.2
Февр. 16 01:00	12	54	03	+80	19	35	11.60	0.988	0.00089	70.6	84.8	32.7
Февр. 16 02:00	13	04	05	+82	30	28	12.00	0.988	0.00105	72.4	82.7	33.2
Февр. 16 03:00	13	16	52	+84	01	39	12.33	0.988	0.00120	73.7	81.2	33.7
Февр. 16 04:00	13	33	31	+85	06	22	12.62	0.988	0.00135	74.7	80.1	34.2
Февр. 16 16:00	19	22	06	+85	57	02	14.68	0.988	0.00317	80.7	75.2	38.7
Февр. 16 17:00	19	39	50	+85	45	52	14.80	0.988	0.00332	81.1	74.9	38.9
Февр. 16 18:00	19	55	54	+85	35	48	14.90	0.988	0.00347	81.4	74.6	39.2
Февр. 16 19:00	20	10	27	+85	27	06	15.00	0.988	0.00362	81.6	74.3	39.5
Февр. 16 20:00	20	23	36	+85	19	51	15.10	0.988	0.00377	81.9	74.1	39.8
Февр. 16 21:00	20	35	23	+85	14	06	15.19	0.988	0.00392	82.1	73.8	40.2
Февр. 16 22:00	20	45	51	+85	09	50	15.28	0.988	0.00407	82.2	73.6	40.6
Февр. 16 23:00	20	54	58	+85	06	56	15.36	0.988	0.00422	82.3	73.4	41.0
Февр. 17 00:00	21	02	44	+85	05	13	15.44	0.988	0.00437	82.4	73.3	41.5
Февр. 17 01:00	21	09	07	+85	04	29	15.52	0.988	0.00452	82.4	73.1	42.0
Февр. 17 02:00	21	14	09	+85	04	28	15.59	0.988	0.00467	82.5	73.0	42.5
Февр. 17 03:00	21	17	49	+85	04	51	15.66	0.988	0.00482	82.5	72.9	43.0
Февр. 17 04:00	21	20	12	+85	05	19	15.72	0.988	0.00497	82.5	72.8	43.5
Февр. 17 16:00	21	18	02	+84	18	14	16.42	0.989	0.00676	83.3	72.1	48.2
Февр. 17 17:00	21	20	13	+84	12	06	16.47	0.989	0.00691	83.4	72.1	48.5
Февр. 17 18:00	21	22	50	+84	06	35	16.52	0.989	0.00706	83.5	72.0	48.8
Февр. 17 19:00	21	25	45	+84	01	50	16.57	0.989	0.00721	83.6	71.9	49.1

Дата, время (UT)	$\alpha$ (2000.0)			$\delta$ (2000.0)			$V$ m	$r$ а. е.	$\Delta$ а. е.	$\beta$ °	Расст. Лунь, °	фаза %
	ч	м	с	°	'	''						

**285263 (1998 QE2) D, P, B-V, A, Тип – неизв.**

2013

Май 29 21:00	13	39	16	-29	02	58	11.10	1.046	0.041	36.9	101.3	70.6
Май 30 21:00	14	12	54	-25	09	55	10.85	1.047	0.039	30.5	109.1	59.8
Май 31 21:00	14	45	55	-20	36	53	10.65	1.049	0.039	24.4	116.6	48.9
Июнь 01 21:00	15	17	01	-15	41	46	10.53	1.051	0.039	19.6	123.6	38.4
Июнь 02 00:00	15	20	36	-15	04	09	10.52	1.051	0.039	19.2	124.5	37.1
Июнь 02 21:00	15	45	19	-10	45	55	10.53	1.053	0.041	17.2	130.0	28.7
Июнь 03 00:00	15	48	31	-10	09	44	10.54	1.053	0.041	17.2	130.9	27.4
Июнь 03 21:00	16	10	25	-06	07	32	10.67	1.055	0.043	17.7	135.8	20.0
Июнь 04 00:00	16	13	12	-05	34	33	10.69	1.055	0.043	18.0	136.7	18.9
Июнь 04 21:00	16	32	17	-01	57	50	10.89	1.057	0.046	20.1	140.9	12.8
Июнь 05 00:00	16	34	42	-01	28	54	10.92	1.058	0.046	20.5	141.8	11.8
Июнь 05 21:00	16	51	11	+01	38	56	11.15	1.060	0.049	23.1	145.2	7.0
Июнь 06 00:00	16	53	15	+02	03	43	11.19	1.060	0.050	23.5	146.0	6.3
Июнь 06 21:00	17	07	27	+04	43	27	11.42	1.063	0.053	26.1	148.6	3.0
Июнь 07 00:00	17	09	13	+05	04	22	11.45	1.063	0.054	26.5	149.2	2.5
Июнь 07 21:00	17	21	26	+07	18	50	11.68	1.065	0.058	28.8	150.6	0.6
Июнь 08 00:00	17	22	57	+07	36	24	11.71	1.066	0.058	29.1	150.9	0.4
Июнь 08 21:00	17	33	29	+09	29	09	11.92	1.068	0.063	31.1	150.9	0.1
Июнь 09 00:00	17	34	48	+09	43	53	11.95	1.069	0.063	31.3	150.8	0.2
Июнь 09 21:00	17	43	55	+11	18	25	12.14	1.071	0.068	33.0	149.2	1.4
Июнь 10 00:00	17	45	03	+11	30	47	12.17	1.072	0.068	33.2	148.8	1.8
Июнь 10 21:00	17	52	59	+12	50	13	12.35	1.074	0.073	34.6	145.7	4.4
Июнь 11 00:00	17	53	58	+13	00	38	12.38	1.075	0.074	34.8	145.0	5.1
Июнь 11 21:00	18	00	55	+14	07	34	12.55	1.078	0.078	35.9	140.7	9.1
Июнь 12 00:00	18	01	46	+14	16	22	12.57	1.078	0.079	36.0	139.7	10.0
Июнь 12 21:00	18	07	52	+15	12	58	12.73	1.081	0.084	36.9	134.5	15.3
Июнь 13 00:00	18	08	37	+15	20	25	12.75	1.082	0.084	37.0	133.4	16.4
Июнь 13 21:00	18	14	00	+16	08	26	12.90	1.085	0.089	37.8	127.4	22.8
Июнь 14 00:00	18	14	39	+16	14	46	12.92	1.085	0.090	37.8	126.2	24.1
Июнь 14 21:00	18	19	26	+16	55	37	13.06	1.088	0.095	38.4	119.6	31.5
Июнь 15 00:00	18	20	01	+17	01	01	13.08	1.089	0.096	38.5	118.3	32.9
Июнь 15 21:00	18	24	16	+17	35	49	13.21	1.092	0.101	38.9	111.1	41.2
Июнь 16 00:00	18	24	47	+17	40	25	13.23	1.093	0.101	38.9	109.8	42.5
Июнь 16 21:00	18	28	35	+18	10	06	13.35	1.096	0.107	39.2	102.1	51.4
Июнь 17 00:00	18	29	03	+18	14	02	13.37	1.097	0.107	39.3	100.8	52.8
Июнь 17 21:00	18	32	28	+18	39	21	13.48	1.100	0.112	39.5	92.6	62.0
Июнь 18 00:00	18	32	52	+18	42	42	13.50	1.101	0.113	39.5	91.4	63.2
Июнь 18 21:00	18	35	57	+19	04	16	13.60	1.104	0.118	39.6	82.7	72.3
Июнь 19 00:00	18	36	19	+19	07	07	13.62	1.105	0.119	39.6	81.5	73.4
Июнь 19 21:00	18	39	06	+19	25	25	13.72	1.109	0.124	39.7	72.6	81.9
Июнь 20 00:00	18	39	26	+19	27	51	13.73	1.109	0.125	39.7	71.5	82.8
Июнь 20 21:00	18	41	57	+19	43	19	13.83	1.113	0.130	39.7	62.6	90.1
Июнь 21 00:00	18	42	15	+19	45	21	13.85	1.113	0.131	39.7	61.6	90.8
Июнь 21 21:00	18	44	33	+19	58	19	13.94	1.117	0.137	39.6	53.2	96.1
Июнь 22 00:00	18	44	49	+20	00	02	13.95	1.118	0.137	39.6	52.3	96.5
Июнь 22 21:00	18	46	54	+20	10	48	14.04	1.122	0.143	39.5	45.4	99.4
Июнь 23 00:00	18	47	09	+20	12	12	14.05	1.123	0.143	39.5	44.8	99.6
Июнь 23 21:00	18	49	03	+20	21	00	14.13	1.127	0.149	39.4	40.6	99.7
Июнь 24 00:00	18	49	16	+20	22	08	14.15	1.127	0.150	39.4	40.2	99.5
Июнь 24 21:00	18	51	01	+20	29	11	14.23	1.132	0.155	39.2	39.9	96.8
Июнь 25 00:00	18	51	13	+20	30	04	14.24	1.132	0.156	39.2	40.0	96.4
Июнь 25 21:00	18	52	49	+20	35	31	14.31	1.137	0.161	39.0	43.5	91.2
Июнь 26 00:00	18	53	00	+20	36	11	14.32	1.137	0.162	38.9	43.9	90.6
Июнь 26 21:00	18	54	28	+20	40	11	14.40	1.142	0.167	38.7	50.2	83.4

## Тесные сближения астероидов с Землей

На начало ноября 2012 года открыто и каталогизировано 9254 астероидов, которые периодически сближаются с Землей (АСЗ). Из них 857 астероидов имеют диаметр  $D > 1$  км (<http://neo.jpl.nasa.gov/stats/>). За 10 месяцев 2012 года открыто 800 новых АСЗ, из них 15 диаметром  $> 1$  км. Число потенциально опасных для Земли астероидов (PHAs) за это время увеличилось на 65, при этом не было открыто ни одного крупнее 1 км. На начало ноября известно 1340 потенциально опасных для Земли астероидов, из них 154 крупнее 1 км.

Согласно данным Центра малых планет (<http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/CloseApp.html>) в 2013 году прогнозируется сближение с Землей 161 астероида на расстояние менее 0.2 а.е. (См. Табл. 3 и раздел "эфемериды").

Однако, как обычно, тесных сближений с Землей еще неоткрытых астероидов будет значительно больше. Для аргументации этого на рис. 3 приведены данные о датах и расстояниях 685 тесных ( $d < 0.2$  а.е.) сближений астероидов с Землей в 2012 году – частично уже состоявшихся к моменту написания этого обзора, а остальные – рассчитанные наперед для уже известных астероидов. Видим, что за период январь-сентябрь 2012 года наблюдалось 139 сближений астероидов на расстояние менее 10 LD (а 16 астероидов пролетели внутри орбиты Луны!). При этом, заранее известно было только о 8 из них. Таким образом, можно констатировать, что даже при таком значительном темпе открытия новых астероидов, опасно сближающихся с Землей, предсказанными остаются только около 5% из них. То есть, 95% остаются еще не открытыми. Конечно, по мере совершенствования техники и методов наблюдений в среднем открываются всё более слабые по блеску и, значит, малые астероиды. В табл. 2 приведена статистика относительно размеров астероидов в тесных сближениях за последний год (<http://neo.jpl.nasa.gov/>).

Таблица 2

Статистика тесных сближений за период: сентябрь 2011 – сентябрь 2012 года

$H$ – абс. зв. величина, $m$	$D$ – мин. диаметр, $m$	$D$ – макс. диаметр, $m$	Число тесных сближений $N$ ( $d < 0.2$ а.е.)
18	470	1500	23
20	190	590	101
22	75	240	274
24	30	95	502
26	12	37	783

Как видим, из 783 состоявшихся сближений астероидов на расстояние меньше 0.2 а.е., в 281 случае размер астероида составлял от 12 до 95 метров, в 228 случаях – от 30 до 240 м, в 173 случаях – от 75 до 590 м, в 78 случаях – от 190 до 1500 м, и только в 23 случаях астероид был точно больше 470 м или даже больше 1.5 км в диаметре. Но, столкновение Земли даже с астероидом размером в несколько десятков метров может представлять довольно серьезную угрозу.

Таблица 3

## Предстоящие тесные сближения астероидов с Землей

JD	Дата	Мин. расст., а.е.	LD	Астероид
2456297.84	5-Jan-2013	0.12032	46.826	2012 QO10
2456298.61	6-Jan-2013	0.17193	66.908	2012 BD14
2456300.46	7-Jan-2013	0.03814	14.843	2002 AY1
2456301.65	9-Jan-2013	0.13638	53.073	2000 DL8
2456301.99	9-Jan-2013	0.09666	37.618	(99942) Apophis
2456305.67	13-Jan-2013	0.19443	75.667	2009 DV42
2456307.20	14-Jan-2013	0.10159	39.536	2011 KW15
2456307.70	15-Jan-2013	0.06627	25.790	2009 WD54
2456312.87	20-Jan-2013	0.19479	75.806	1999 UR
2456313.82	21-Jan-2013	0.08653	33.675	2011 TO
2456320.59	28-Jan-2013	0.05009	19.493	2011 BY10
2456324.35	31-Jan-2013	0.06513	25.347	2010 LK34
2456326.91	3-Feb-2013	0.19162	74.574	2008 SW11
2456327.69	4-Feb-2013	0.07133	27.759	2003 BN4
2456329.43	5-Feb-2013	0.14914	58.040	1999 HA2
2456335.75	12-Feb-2013	0.14776	57.502	(3752) Camillo
2456338.93	15-Feb-2013	0.12630	49.152	1999 YK5
2456339.31	15-Feb-2013	0.00030	0.117	2012 DA14
2456339.43	15-Feb-2013	0.08105	31.543	2005 RZ2
2456339.83	16-Feb-2013	0.09371	36.469	2008 DG17
2456343.91	20-Feb-2013	0.15580	60.633	2001 RN
2456348.43	24-Feb-2013	0.17716	68.945	2012 HN1
2456348.55	25-Feb-2013	0.15332	59.667	2009 AV
2456349.75	26-Feb-2013	0.05088	19.801	2011 EN51
2456357.86	6-Mar-2013	0.05867	22.833	1998 DK36
2456357.88	6-Mar-2013	0.16184	62.983	2012 RJ15
2456364.27	12-Mar-2013	0.17194	66.915	2012 BD14
2456364.89	13-Mar-2013	0.14681	57.134	2012 SX49
2456365.40	13-Mar-2013	0.08118	31.593	2009 SC15
2456366.02	14-Mar-2013	0.05688	22.136	2005 ES70
2456367.03	15-Mar-2013	0.05391	20.980	2009 EG1
2456367.76	16-Mar-2013	0.05414	21.070	2011 EE51
2456371.55	20-Mar-2013	0.08324	32.394	2008 EY5
2456371.57	20-Mar-2013	0.12599	49.030	(7888) 1993 UC
2456372.43	20-Mar-2013	0.07206	28.044	2010 SE
2456372.71	21-Mar-2013	0.08477	32.990	2008 EG9
2456373.61	22-Mar-2013	0.08243	32.080	2012 FK15
2456374.95	23-Mar-2013	0.08861	34.485	2012 FM35
2456375.41	23-Mar-2013	0.05391	20.980	2003 FY6
2456376.66	25-Mar-2013	0.10180	39.617	2008 SE85
2456381.02	29-Mar-2013	0.12942	50.367	1998 KG3
2456383.83	1-Apr-2013	0.15389	59.887	2012 EH5
2456384.46	1-Apr-2013	0.15277	59.454	(4034) Vishnu
2456389.03	6-Apr-2013	0.17334	67.459	1999 GR6
2456389.90	7-Apr-2013	0.07602	29.585	2011 SC25
2456392.75	10-Apr-2013	0.11152	43.401	2002 TR190
2456394.12	11-Apr-2013	0.02813	10.947	2010 GM23
2456403.50	21-Apr-2013	0.18368	71.482	2003 EO16
2456404.81	22-Apr-2013	0.07143	27.800	2009 SQ104
2456406.30	23-Apr-2013	0.11515	44.813	2012 HP13
2456410.42	27-Apr-2013	0.14900	57.986	2000 UY33
2456411.99	29-Apr-2013	0.06404	24.922	2005 NZ6



JD	Дата	Мин. расст., а.е.	LD	Астероид
2456412.81	30-Apr-2013	0.12608	49.065	2010 FM
2456417.10	4-May-2013	0.10651	41.449	2006 YF
2456417.83	5-May-2013	0.17699	68.880	2012 DL31
2456418.27	5-May-2013	0.11360	44.209	2010 KX7
2456422.56	10-May-2013	0.03357	13.065	1988 TA
2456425.50	13-May-2013	0.14178	55.176	2008 OX2
2456427.16	14-May-2013	0.15372	59.825	2010 SO16
2456430.56	18-May-2013	0.09022	35.111	2010 LF14
2456434.37	21-May-2013	0.05741	22.343	2012 FC71
2456439.01	26-May-2013	0.07954	30.954	2012 KF25
2456444.37	31-May-2013	0.03917	15.244	1998 QE2
2456445.85	2-Jun-2013	0.07413	28.849	2011 BM45
2456447.37	3-Jun-2013	0.09787	38.088	2004 KH17
2456448.41	4-Jun-2013	0.14250	55.457	1999 JV3
2456448.48	4-Jun-2013	0.15959	62.108	2012 EQ3
2456448.48	4-Jun-2013	0.02434	9.472	2009 FE
2456448.56	5-Jun-2013	0.12933	50.329	(152941) 2000 FM10
2456448.56	5-Jun-2013	0.12930	50.320	2000 FM10
2456452.84	9-Jun-2013	0.19700	76.666	2002 DU3
2456455.02	11-Jun-2013	0.16551	64.411	(53550) 2000 BF19
2456461.79	18-Jun-2013	0.18228	70.937	2006 RO36
2456468.20	24-Jun-2013	0.02650	10.313	2010 NY65
2456469.08	25-Jun-2013	0.05921	23.043	2002 LT24
2456471.67	28-Jun-2013	0.03575	13.913	2007 RQ17
2456473.88	30-Jun-2013	0.16481	64.138	2012 MD7
2456474.34	30-Jun-2013	0.19043	74.110	2008 WM64
2456479.82	6-Jul-2013	0.17501	68.109	2010 WR7
2456482.46	8-Jul-2013	0.04911	19.112	2010 NH
2456484.69	11-Jul-2013	0.14949	58.178	2012 HN1
2456487.04	13-Jul-2013	0.09257	36.027	2012 LA11
2456490.29	16-Jul-2013	0.07780	30.277	2012 AM10
2456490.58	17-Jul-2013	0.04382	17.053	2010 AF30
2456491.46	17-Jul-2013	0.07508	29.219	2001 PJ9
2456491.54	18-Jul-2013	0.05553	21.611	2010 AF3
2456491.68	18-Jul-2013	0.08594	33.445	2011 KP16
2456495.86	22-Jul-2013	0.07591	29.542	2007 XY9
2456498.21	24-Jul-2013	0.15732	61.225	2008 MG1
2456504.06	30-Jul-2013	0.18800	73.164	2001 SO73
2456513.39	8-Aug-2013	0.08831	34.367	2009 CP5
2456513.71	9-Aug-2013	0.02071	8.061	(277475) 2005 WK4
2456513.71	9-Aug-2013	0.02071	8.060	2005 WK4
2456515.65	11-Aug-2013	0.18330	71.335	2002 AV31
2456515.72	11-Aug-2013	0.09157	35.636	2010 RY11
2456516.38	11-Aug-2013	0.02999	11.671	2008 ON10
2456516.67	12-Aug-2013	0.18470	71.880	(6037) 1988 EG
2456516.80	12-Aug-2013	0.07975	31.036	2010 RM122
2456524.63	20-Aug-2013	0.11080	43.120	1972 RB
2456527.52	23-Aug-2013	0.06338	24.666	1999 CF9
2456528.94	24-Aug-2013	0.05624	21.887	(52760) 1998 ML14
2456529.61	25-Aug-2013	0.05430	21.132	2004 AR1
2456529.61	25-Aug-2013	0.05430	21.132	(232691) 2004 AR1
2456530.13	25-Aug-2013	0.11882	46.243	(4581) Asclepius
2456532.84	28-Aug-2013	0.03048	11.862	2007 CN26
2456533.99	29-Aug-2013	0.03147	12.247	2008 PW4
2456535.56	31-Aug-2013	0.04641	18.061	2010 CD55

JD	Дата	Мин. расст., а.е.	LD	Астероид
2456541.66	6-Сеп-2013	0.11720	45.611	1998 KY26
2456543.06	7-Сеп-2013	0.09205	35.823	2011 DX4
2456544.56	9-Сеп-2013	0.03781	14.714	2010 CF19
2456547.31	11-Сеп-2013	0.15844	61.658	(277830) 2006 HR29
2456550.89	15-Сеп-2013	0.09079	35.333	2008 KZ5
2456551.54	16-Сеп-2013	0.03294	12.819	2008 HB38
2456552.33	16-Сеп-2013	0.04562	17.754	2001 SQ263
2456552.45	16-Сеп-2013	0.16477	64.123	2012 RJ15
2456552.87	17-Сеп-2013	0.05697	22.171	2009 WH106
2456560.26	24-Сеп-2013	0.04500	17.513	1998 FW4
2456560.26	24-Сеп-2013	0.04500	17.513	(152664) 1998 FW4
2456560.68	25-Сеп-2013	0.17773	69.167	1995 FJ
2456562.80	27-Сеп-2013	0.07167	27.892	2010 VD1
2456563.16	27-Сеп-2013	0.04604	17.917	2009 SU104
2456565.84	30-Сеп-2013	0.05126	19.949	2008 SZ150
2456566.48	30-Сеп-2013	0.03581	13.936	2002 NV16
2456568.03	2-Окт-2013	0.03575	13.911	(329437) 2002 OA22
2456568.03	2-Окт-2013	0.03575	13.911	2002 OA22
2456573.07	7-Окт-2013	0.06180	24.049	2002 AW
2456584.49	18-Окт-2013	0.09900	38.528	2010 SG15
2456588.58	23-Окт-2013	0.08518	33.149	2010 VP21
2456588.92	23-Окт-2013	0.08577	33.378	2012 ER14
2456589.67	24-Окт-2013	0.08281	32.227	2008 LH2
2456591.70	26-Окт-2013	0.16281	63.359	2006 WJ3
2456592.29	26-Окт-2013	0.06033	23.479	2008 UM1
2456598.04	1-Нов-2013	0.07348	28.596	2008 HC38
2456605.83	9-Нов-2013	0.04887	19.019	1997 WQ23
2456606.73	10-Нов-2013	0.12600	49.035	2000 DK79
2456606.73	10-Нов-2013	0.12604	49.049	(138095) 2000 DK79
2456607.88	11-Нов-2013	0.12731	49.546	(138852) 2000 WN10
2456607.88	11-Нов-2013	0.12730	49.541	2000 WN10
2456608.05	11-Нов-2013	0.07903	30.756	(6063) Jason
2456610.22	13-Нов-2013	0.02232	8.686	2011 JY1
2456611.57	15-Нов-2013	0.06930	26.969	2008 GD110
2456613.10	16-Нов-2013	0.04166	16.213	2011 CA4
2456613.77	17-Нов-2013	0.09258	36.029	2009 WN6
2456615.23	18-Нов-2013	0.00747	2.907	2001 AV43
2456618.17	21-Нов-2013	0.17240	67.093	(85774) 1998 UT18
2456618.63	22-Нов-2013	0.18590	72.347	1997 YM9
2456620.91	24-Нов-2013	0.01902	7.402	2000 KA
2456621.14	24-Нов-2013	0.07307	28.437	2010 WE1
2456621.92	25-Нов-2013	0.12500	48.646	2001 WW1
2456622.16	25-Нов-2013	0.09660	37.594	2010 CL19
2456623.81	27-Нов-2013	0.08249	32.103	2009 LD
2456628.59	2-Дек-2013	0.08539	33.231	2009 HD82
2456633.25	6-Дек-2013	0.18740	72.930	2000 WO107
2456641.01	14-Дек-2013	0.05712	22.229	2009 XP2
2456647.62	21-Дек-2013	0.09690	37.709	2012 CL19
2456654.30	27-Дек-2013	0.01630	6.343	2011 YD29
2456655.28	28-Дек-2013	0.16310	63.474	1998 VD32
2456655.73	29-Дек-2013	0.03015	11.733	2011 BT15
2456656.40	29-Дек-2013	0.06369	24.786	2010 XZ67
2456657.35	30-Дек-2013	0.05065	19.711	2009 XZ1
2456657.98	31-Дек-2013	0.19370	75.382	2000 WG63

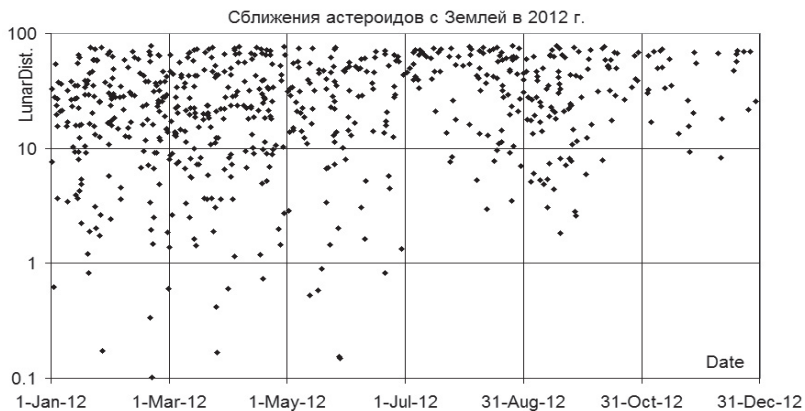


Рис. 3. Распределение расстояний в состоявшихся сближениях астероидов с Землей в 2012 году (LunarDist – расстояние от Земли до Луны)

### Карликовые планеты и транснептуновые объекты

Таблица 4

		Церера	Плутон	Хаумеа	Макемакс	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 $M_E$	$9.5 \times 10^{20}$ 0.00016	$1.3 \times 10^{22}$ 0.0022	$4.2 \pm 0.1 \times 10^{21}$ 0.0007	$4 \times 10^{21}$ 0.0007	$1.7 \times 10^{22}$ 0.0028
Плотность	г/см <sup>3</sup>	2.08	2.0	2.6–3.3	2.0	2.25
Ускорение на экваторе	м/с <sup>2</sup>	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 <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>
Число известных спутников		-	4	2	-	1

$D_E$ ,  $M_E$  – диаметр и масса Земли

\* – обратное вращение

## ПРОХОЖДЕНИЕ КОМЕТ ЧЕРЕЗ ПЕРИГЕЛИЙ В 2013 ГОДУ

В 2013 году ожидается прохождение через перигелий 59 комет: 2 "новые" короткопериодические впервые пройдут перигелий, 47 "старых" короткопериодических комет во второй или более раз пройдут перигелий, 4 новые долгопериодические кометы, 5 "гиперболических" и 1 утерянная комета, при этом 4 кометы-сангрейзера, в перигелии пролетающие через корону Солнца. Среди приведенных комет больше всех наблюдались комета 2P/Энке (61 появление) и комета Грига-Шеллерупа (22 появления). Три кометы 2013 года будут наблюдаться невооруженным глазом. Это кометы ПАНСТАРПС C/2011 L4, Леммон C/2012 F6 и ИСОН C/2012 S1. В конце очерка даны эфемерид шести наиболее ярких комет.

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;  $\alpha$ ,  $\delta$  – экваториальные координаты;  $r$  и  $\Delta$  – расстояния кометы от Солнца и Земли;  $E$  – элонгация;  $\beta$  – 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, 8 января свой перигелий пройдет новая комета C/2011 F1 (ЛИНЕАР), которая была открыта 17 марта 2011 года по программе ЛИНЕАР (LINEAR – Lincoln Laboratory Near-Earth Asteroid Research). Сначала объект имел астероидоподобный вид, но затем проявил кометные черты – имел сильно сконденсированную кому и блеск  $m_1 \sim 18.5^m$ . Комета достигнет максимального блеска  $m_1 \sim 13.3^m$  24 января, а к Земле ближе всего подойдет 6 апреля 2013 года на расстоянии 2.56 а.е.

Следующей, 25 января, вблизи Солнца пройдет периодическая комета P/2008 R1 (Гаррад) ( $P=4.51$ ). Комету открыл Г.Гаррад 2 сентября 2008 года как диффузный объект блеском  $m_1 \sim 18.5^m$ . Комета достигнет максимального блеска  $m_1 \sim 20.8^m$  23 января 2013 года, а ближе всего от Земли она уже прошла 3 мая 2012 года на расстоянии 1.56 а.е.

Затем, 28 января, к Солнцу приблизится комета 246P/2010 V2 (НЕАТ). Комета была открыта 28 марта 2004 года по программе НЕАТ (NEAT – Near Earth Asteroid Tracking) как звездобразный объект блеском  $m_1 \sim 20^m$ . В марте 2010 года комета была переоткрыта группой российских наблюдателей на телескопах в США (Э.Ромас, Д.Честнов, А.Новичонок). Комета ( $P=8.08$ ) достигнет максимального блеска  $m_1 \sim 16.8^m$  7 января 2013 года, а ближе всего у Земли она была 19 декабря 2012 года на расстоянии 2.00 а.е.

Далее 30 января к перигелию подойдет комета 111P/Гелин-Роман-Крокетт. Комета была открыта 5 января 1989 года супругами Элеанор и Рон Гелин, Б.Романом и Р.Крокетт 2 и 3 января 1989 года. Блеск кометы при открытии был  $m_1 \sim 15.5^m$ . Комета ( $P=8.49$ ) достигала максимального блеска  $m_1 \sim 18.6^m$  20 декабря 2012 года, а к Земле ближе всего подходила 19 декабря 2012 года на расстояние 2.72 а.е.

А 2 февраля к Солнцу приблизится комета P/2000 R2 (ЛИНЕАР), которая открыта 3 сентября 2000 года. Блеск кометы при открытии был  $m_1 \sim 18.7^m$ . Комета ( $P=6.13$ ) достигла блеска  $m_1 \sim 14.2^m$  3 июля 2012 года, а у Земли на расстоянии 1.46 а.е. она будет 31 января 2013 года.

Затем к Солнцу приблизится новая долгопериодическая комета C/2012 C1 (Макнот), которую открыл 5 февраля 2012 года Роберт Макнот. При открытии комета

имела блеск  $m_1 \sim 18.8^m$ . Комета достигнет максимального блеска  $m_1 \sim 17.8^m$  15 июля, а к Земле ближе всего подойдет 2 августа 2013 года на расстоянии 4.56 а.е.

Следующей, 9 февраля к Солнцу приблизится короткопериодическая **комета 133P/Элст-Пицарро**, которую 7 августа 1996 открыл Э.Элст по пластинкам, экспонированным Г.Пицарро 14 июля 1996 года. Блеск кометы при открытии был  $m_1 \sim 18.3^m$ . Комета была отождествлена с астероидом № 7968, который был открыт 24 июля 1979. Комета ( $P=5.62$ ) является первой из многочисленного пока числа известных представителей комет Главного пояса комет, располагающегося внутри пояса астероидов между Марсом и Юпитером. Комета достигнет максимального блеска  $m_1 \sim 17.5^m$  4 марта 2013 года, а ближе всего у Земли она будет 3 августа 2013 года на расстоянии 1.77 а.е.

Далее 17 февраля перигелий пройдет короткопериодическая **комета 125P/Спейсвотч**. Комета ( $P=5.53$ ) была открыта Т.Герельсом 8 сентября 1991 по программе Спейсвотч. Блеск кометы при открытии составлял  $m_2 \sim 21.1^m$ . Максимального блеска  $m_1 \sim 17.0^m$  комета достигнет 4 марта, а ближе всего у Земли она будет 29 июля 2013 года на расстоянии 1.20 а.е.

Затем перигелий орбиты 22 февраля пройдет короткопериодическая **комета 120P/Мюллер 1**, которую открыла Д.Мюллер 18 октября 1987 года. Блеск кометы составлял  $m_1 \sim 16.9^m$ . Комета ( $P=8.39$ ) достигнет максимального блеска  $m_1 \sim 17.75^m$  16 октября 2012 года, а 25 сентября 2012 года она пройдет на расстоянии 1.88 а.е. от Земли.

Далее, 25 февраля к Солнцу подойдет **комета P/2007 T2 (Ковальский)**. Комету открыл Р.Ковальский 9 октября 2007 года. Период кометы  $P=5.43$  года. Максимального блеска  $m_1 \sim 17.4^m$  комета достигнет 26 февраля, а ближе всего к Земле она подойдет 10 марта 2013 года на расстоянии 1.62 а.е.

Следующей, 28 февраля перигелий пройдет **комета P/2004 F1 (HEAT)**. Комета была открыта 18 марта 2004 года. Период  $P=9.36$  лет. Блеск кометы при открытии составлял  $m_1 \sim 18.9^m$ . Комета достигнет максимального блеска  $m_1 \sim 17.56^m$  3 февраля, а ближе всего от Земли она пройдет 28 января 2013 года на расстоянии 1.45 а.е.

Затем, 1 марта вблизи Солнца пройдет короткопериодическая **комета 91P/Расселл 3**, которую открыл К.Расселл 14 июня 1983 года. Блеск кометы при открытии составлял  $m_1 \sim 16^m$ . Максимального блеска  $m_1 \sim 16.95^m$  комета ( $P=7.70$ ) достигнет 10 января, а ближе всего у Земли она будет 17 июля 2013 года на расстоянии 1.69 а.е.

10 марта 2013 года перигелий пройдет новая гиперболическая **комета ПАНСТАРПС C/2011 L4**, которая была открыта 6 июня 2011 года с помощью телескопа ПАНСТАРПС, давшего имя комете. Блеск кометы при открытии составлял  $m_1 \sim 18.5-19.5^m$ . Комета достигнет максимального блеска  $m_1 \sim -0.28^m$  10 марта 2013 года, но в это время будет находиться вблизи Солнца (элонгация около  $15^\circ$ ) и будет ненаблюдаемой. Однако, **после 30 марта ее можно будет наблюдать невооруженным глазом**, а ближе всего от Земли она пройдет 5 марта на расстоянии 1.10 а.е.

Далее, 17 марта к Солнцу приблизится **комета P/2006 S1 (Кристенсен)**. Комету открыл 16 сентября 2006 Э.Кристенсен по программе Catalina Sky Survey. Блеск кометы при открытии составлял  $m_1 \sim 17.4^m$ . Комета ( $P=6.53$ ) будет весьма слаба, в максимуме ее блеск 17 марта не превысит  $m_1 \sim 21^m$ , а ближе всего к Земле пройдет 18 марта 2013 года на расстоянии 2.33 а.е.

Затем, тоже 17 марта к Солнцу подойдет **комета P/2003 NT15 (ЛИНЕАР)**, которая была открыта 26 апреля 2003 года. Блеск кометы при открытии

составлял  $m_2 \sim 18.3^m$ . Переоткрыта была 27 января 2012 года Ц.Секи, С.Симомото и Х.Сато как объект  $m_1 \sim 19.8^m$ . В максимуме блеск кометы ( $P=9.96$ ) 28 апреля не превзойдет  $m_1 \sim 18.3^m$ , а ближе всего от Земли она будет проходить 2 мая 2013 года на расстоянии 1.78 а.е.

Следующей кометой вблизи Солнца (24 марта) окажется новая долгопериодическая **комета Леммон С/2012 F6**, которая была открыта 23 марта 2012 года А.Джиббсом по программе Mount Lemmon Survey. Блеск кометы при открытии составлял  $m_1 \sim 18.6^m$ . Максимального блеска  $m_1 \sim 4.6^m$  комета достигнет 22 марта 2013 года, а ближе всего к Земле она подойдет 5 февраля 2013 года на расстояние 0.98 а.е.

24 марта произойдет третья после ее открытия 25 мая 2003 года прохождения через перигелий короткопериодической **кометы 197P/ЛИНЕАР**. Блеск кометы при открытии составлял  $m_1 \sim 18.4^m$ , а период кометы  $P=4.85$  лет. В максимуме ее блеск не превзойдет  $m_1 \sim 18.28^m$  23 марта, а ближе всего от Земли она будет проходить 18 марта 2013 года на расстоянии 1.18 а.е.

Далее вблизи Солнца пройдет новая короткопериодическая **комета ПАНСТАРПС С/2012 F2**, которая была открыта в рамках программы Панстарпс1 как объект блеском  $m_1 \sim 19.8^m$ . В максимуме 12 июня блеск кометы ( $P=15.8$ ) не превзойдет  $m_1 \sim 16.0^m$ , а ближе всего от Земли она будет проходить 25 июня 2013 года на расстоянии 1.97 а.е.

Следующей, 10 апреля перигелий пройдет **комета 63P/Вильд 1**. Комету открыл П.Вильд 26 марта 1960 года. Блеск кометы при открытии составлял  $m_1 \sim 14.7^m$ . Вычисления, выполненные выдающимся небесным механиком Б.Марсденом (1937-2010), показали, что комета Вильда 1 движется по эллиптической орбите с периодом 13.2 года. Комета будет средней яркости – в максимуме ее блеск 9 марта достигнет  $m_1 \sim 13^m$ , а от Земли на расстоянии 1.06 а.е. она пройдет 27 февраля 2013 года.

13 апреля в третий раз пройдет перигелий орбиты короткопериодическая **комета-сангрейзер СОХО С/2002 R4=P/2007 Y4**, которую открыл в 2002 (3 сентября) и 2007 (21 декабря) годах Р.Крафт с помощью солнечной орбитальной обсерватории СОХО. Блеск кометы-сангрейзера трудно прогнозировать, так как при каждом прохождении ее ядро теряет значительную часть своей массы. В перигелии кометы-сангрейзеры находятся в короне Солнца, а, следовательно, от Земли в это время они находятся на расстоянии  $\sim 1$  а.е. Естественно, возвращение этой периодической кометы-сангрейзера ( $P=5.31$ ) будет хорошо наблюдаться с помощью орбитальной обсерватории СОХО.

Первой в мае (7 числа) 2013 года перигелий пройдет короткопериодическая **комета 76P/Вест-Когоутек-Икемура**. Комета была открыта Р.Вестом в январе 1975 года. Объект при открытии был диффузным и имел блеск  $m_1 \sim 12^m$ . Однако в дальнейшем поиски кометы не дали результата. В феврале 1975 года Л.Когоутек обнаружил неизвестный кометоподобный объект, а в начале марта японец Т.Икемура тоже нашел комету, которая оказалась утерянной кометой Веста ( $P=6.47$ ). Сначала комета получила название кометы Когоутека-Икемуры. Позднее Б.Марсден связал наблюдения трех наблюдателей, и комета получила название кометы Вест-Когоутек-Икемура. В появлении 2013 года 23 марта блеск кометы не превзойдет  $m_1 \sim 18.7^m$ , а ближе всего от Земли она будет проходить 7 октября на расстоянии 1.80 а.е.

Затем, 9 мая перигелий пройдет новая почти гиперболическая **комета ЛИНЕАР C/2012 L2**, которая была открыта 1 июня 2012 года. Блеск кометы при открытии составлял  $m_1 \sim 19.4^m$ . В максимуме ее блеск достигнет  $m_1 \sim 12.0^m$  28 апреля, а ближе всего от Земли она будет проходить 26 января 2013 года на расстоянии 1.74 а.е.

Следующей, 13 мая к Солнцу приблизится **комета 114P/Вайзманн-Скифф**. В январе 1987 года комету открыл как диффузный объект блеском  $m_1 \sim 14^m$  Д.Вайзманн на двух фотонегативах, полученных Б.Скиффом 28 декабря 1986 года. В появлении 2013 года в максимуме 8 сентября блеск кометы ( $P=6.67$ ) не превзойдет  $m_1 \sim 17.83^m$ , а ближе всего от Земли она будет проходить 27 сентября 2012 года на расстоянии 1.76 а.е.

Затем к перигелию 20 мая подойдет **комета C/2010 S1 (ЛИНЕАР)**, которая была открыта 21 сентября 2010 года, как объект блеском  $m_1 \sim 18.4^m$ . В максимуме ее блеск достигал  $m_1 \sim 14.9^m$  7 октября 2012 года, а ближе всего от Земли она будет проходить 5 августа 2013 года на расстоянии 5.21 а.е.

21 мая 2013 года к Солнцу приблизится новая долгопериодическая **комета Макнота C/2012 K6**, которую открыл Р.Макнот 27 мая 2012 года как диффузный объект блеском  $m_1 \sim 18.4^m$ . (Р.Макнот – выдающийся наблюдатель неба и открыватель небесных тел – им открыто 73 кометы, 410 астероидов, 63 сверхновые и 3 новые звезды. По числу открытых комет он рекордсмен мира и намного опережает супругов Шумейкеров, открывших 32 кометы и Понса – 26 комет). В максимуме блеск кометы достигал  $m_1 \sim 17.78^m$  1 декабря 2012 года, а ближе всего от Земли она проходила 12 ноября 2012 года на расстоянии 4.87 а.е.

Следующей через перигелий (23 мая) пройдет **комета P/2010 A2 (ЛИНЕАР)**. Комета была открыта 6 января 2010 года как объект блеском  $m_1 \sim 19.9^m$ . Это пятая комета из Главного пояса комет. Комета ( $P=3.47$ ) имеет удивительную морфологию: за точечным объектом, который является головой кометы, тянется почти прямой широкий хвост длиной  $\sim 140$  тыс. км. В максимуме ее блеск достигал  $m_1 \sim 19.3^m$  17 октября 2012 года, а ближе всего к нам она проходила 12 октября 2012 года на расстоянии 1.20 а.е.

Далее, 23 мая, отставая на полсутки от кометы P/2010 A2, перигелий пройдет короткопериодическая **комета 175P/Гердженротер** ( $P=6.37$ ). К.Гердженротер открыл эту комету 4 февраля 2000 года по программе Catalina Sky Survey. В появлении 2013 года в максимуме 9 марта блеск кометы не превзойдет  $m_1 \sim 17.7^m$ , а ближе всего к Земле она будет проходить 17 февраля 2013 года на расстоянии 1.76 а.е.

1 июня к Солнцу приблизится короткопериодическая **комета-сангрейзер SOHO P/2002 R1 = 2008 A3**, которую открыл Р.Крафт 2 сентября 2002 года на изображениях, полученных обсерваторией SOHO. Период орбиты кометы  $P=5.37$  лет.

Следующей, 4 июня перигелий пройдет короткопериодическая **комета P/2005 JY126 (Каталина)**, которая была открыта 12 мая 2005 года с помощью 0.68-м телескопа Каталина в рамках патрульной программы обзора неба, а в 2012 году во втором появлении комета была переоткрыта как объект  $m_1 \sim 19.6^m$ . Период кометы составляет  $P=7.27$  лет. Максимального блеска  $m_1 \sim 16.9^m$  комета достигнет 13 сентября, а ближе всего к Земле подойдет 23 сентября 2013 года (1.32 а.е.).

Затем, 5 июня к Солнцу подойдет **комета P/2005 YQ127 (ЛИНЕАР)**. Комета ( $P=7.59$ ) была открыта 28 декабря 2005 года как объект  $m_1 \sim 18.0^m$ . В максимуме ее блеск достигнет  $m_1 \sim 19.43^m$  7 июня 2013 года, а ближе всего от Земли она будет проходить 7 февраля 2014 года на расстоянии 1.88 а.е.



Далее, 24 июня к нам приблизится короткопериодическая **комета 112P/Урата-Ниидзима**. Японские астрономы Т.Урата и Ц.Ниидзима открыли комету на снимках, полученных 30 октября 1986 года. Комета ( $P=6.64$ ) выглядела астероидоподобным объектом блеском  $m_1 \sim 16.0^m$ . Лишь через месяц была обнаружена диффузная асимметричная кома кометы. Максимального блеска  $m_1 \sim 19.82^m$  комета достигнет 29 июня 2013 года, а ближе всего к Земле она подойдет 9 февраля 2014 года на расстоянии 1.81 а.е.

Затем, 29 июня вблизи Солнца пройдет **комета P/2003 U2 (ЛИНЕАР)**. Комета была открыта 19 октября 2003 года как объект блеском  $m_1 \sim 18.3^m$ . В появлении 2013 года в максимуме 18 августа блеск кометы ( $P=9.52$ ) не превзойдет  $m_1 \sim 18.99^m$ , а ближе всего к Земле она подойдет 30 октября на расстоянии 1.35 а.е.

6 июля к Солнцу приблизится известная короткопериодическая **комета 26P/Григг-Шеллеруп**. Комету открыл Д.Григг 23 июля 1902 года. Через несколько дней комета была потеряна. Через два десятка лет 17 мая 1922 года ее переоткрыл Д.Шеллеруп как диффузный объект блеском  $m_1 \sim 11^m$ . Период кометы  $P=5.24$  года. В максимуме ее блеск достигнет  $m_1 \sim 16.62^m$  9 июля, а ближе всего от Земли она будет проходить 15 июля (1.21 а.е.).

Затем 8 июля к Солнцу приблизится **комета P/1997 C1 (Герельс)**. Комету открыл Т.Герельс 1 февраля 1997 года в рамках проекта Спейсвоч как диффузный объект с хвостом и блеском  $m_1 \sim 17.9^m$ . В появлении 2013 года ( $P=18$ ) в максимуме 15 декабря блеск кометы не превзойдет  $m_1 \sim 16.71^m$ , а ближе всего от Земли она будет проходить 2 января 2014 года на расстоянии 2.79 а.е.

Следующей, 9 июля перигелий пройдет короткопериодическая **комета 46P/Виртанен**, которую открыл К.Виртанен 17 января 1948 года как диффузный объект блеском  $m_1 \sim 16^m$ . Период кометы составляет  $P=5.43$  года. Максимального блеска  $m_1 \sim 14.14^m$  комета достигнет 8 июля, а ближе всего к Земле она подойдет 4 июля 2013 года на расстояние 2.00 а.е.

20 июля к Солнцу приблизится новая долгопериодическая **комета Панстаррпс C/2012 S4**, которую открыли 27 сентября 2012 года как объект блеском  $m_1 \sim 18.0^m$ . В появлении этого года в максимуме 11 сентября блеск кометы не превзойдет  $m_1 \sim 17.75^m$ , а ближе всего к Земле она пройдет 15 сентября 2013 года на расстоянии 3.40 а.е.

Далее, 23 июля к Солнцу подойдет короткопериодическая **комета 178P/Гаг-Белл**. Комету ( $P=7.03$ ) открыли 10 декабря 1999 любители астрономии Г.Гаг и Г.Белл как диффузный объект с хвостом и блеском  $m_1 \sim 18.8^m$ . В максимуме ее блеск достигнет  $m_1 \sim 18.02^m$  9 ноября, а ближе всего от Земли пройдет 20 декабря 2013 года (1.31 а.е.).

Следующей, тоже 23 июля перигелий пройдет **комета 84P/Гиклас**. 8 сентября 1978 года комету открыл Г.Гиклас как диффузный объект блеском  $m_1 \sim 15.6^m$ . В появлении 2013 года в максимуме 8 октября блеск кометы ( $P=6.94$ ) не превзойдет  $m_1 \sim 17.50^m$ , а ближе всего от Земли она будет проходить 7 декабря 2013 года на расстоянии 1.25 а.е.

Затем, также 23 июля вблизи Солнца пройдет **комета P/2012 B1 (ПАНСТАРРПС)**, которая была открыта 25 января 2012 года с помощью телескопа ПАНСТАРРПС 1 как объект блеском  $m_1 \sim 19.7^m$ . В максимуме блеск кометы ( $P=16.5$ ) достигнет  $m_1 \sim 16.74^m$  31 марта, а ближе всего к Земле она будет проходить 24 марта 2013 года на расстоянии 2.90 а.е.



В конце июля (28 числа) перигелий пройдет **комета 184P/Ловаш 2**. Известный венгерский астроном М.Ловаш открыл свою очередную комету 2 января 1986 года как диффузный объект блеском  $m_1 \sim 14^m$ . Максимального блеска  $m_1 \sim 16.4^m$  комета ( $P=6.61$ ) достигнет 23 августа, а ближе всего к Земле она подойдет 1 ноября 2013 года на расстояние 0.87 а.е.

Далее, 2 августа к Солнцу приблизится короткопериодическая **комета P/2006 K2 (Мак-Нот)**, которую открыл Р.Мак-Нот 22 мая 2006 года как диффузный объект блеском  $m_1 \sim 17.7^m$ . Комета ( $P=7.12$ ) в максимуме блеска достигнет  $m_1 \sim 18.63^m$  3 марта 2012 года, а ближе всего к Земле она была 6 февраля 2012 года (3.81 а.е.).

Следующей, 5 августа к Солнцу приблизится короткопериодическая **комета 98P/Такамизава**. Комету открыл К.Такамизава 30 июля 1984 как диффузный объект блеском  $m_1 \sim 10^m$ . В появлении 2013 года комета ( $P=7.43$ ) будет слабым объектом, а ближе всего от Земли она будет проходить 1 июня 2013 года на расстоянии 0.86 а.е.

Затем 23 августа к Солнцу приблизится **комета 79P/дю Туа-Гартли**. Комету открыл дю Туа 9 апреля 1945 года как диффузный объект блеском  $m_1 \sim 9^m$ . В последующих появлениях комета не наблюдалась до 5 февраля 1982, когда комету в виде двух отдельных фрагментов переоткрыл М.Гартли. Максимального блеска  $m_1 \sim 17.27^m$  комета ( $P=5.06$ ) достигнет 24 августа, а ближе всего к Земле она подойдет 30 августа 2013 года на расстояние 1.91 а.е.

В конце августа (31 числа) перигелий пройдет короткопериодическая **комета P/2006 U5 (Кристенсен)**, которую открыл Э.Кристенсен 27 октября 2006 года по программе Catalina Sky Survey. Комета выглядела диффузным объектом и имела блеск  $m_1 \sim 17.4^m$  с хвостом длиной 10". Максимум блеска  $m_1 \sim 19.72^m$  комета ( $P=6.64$ ) достигала 5 ноября 2012 года, а ближе всего к Земле она проходила 21 октября 2012 года на расстоянии 3.81 а.е.

1 сентября перигелий пройдет **комета 102P/Шумейкер 1**. Каролина и Евгений Шумейкеры открыли свою первую короткопериодическую комету на фотонегативах, полученных 27 сентября 1987 года. Комета имела блеск  $m_1 = 13^m$ . В появлении 2013 года в максимуме 20 сентября блеск кометы ( $P=7.22$ ) не превзойдет  $m_1 \sim 17.72^m$ , а ближе всего от Земли будет проходить 22 сентября 2013 года на расстоянии 1.02 а.е.

Затем, 8 сентября перигелий пройдет **комета 121P/Шумейкер-Голт 2**. Это вторая короткопериодическая комета, открытая супругами Шумейкерами совместно с Г.Голтом. Комета была найдена на фотонегативах, полученных 9 марта 1989 года. Ее блеск составлял  $m_1 = 13^m$ . Максимального блеска  $m_1 \sim 18.23^m$  комета ( $P=9.94$ ) достигнет 17 января 2014 года, а ближе всего к Земле на расстоянии 2.83 а.е. она подойдет 24 января 2014 года.

10 сентября 2013 года через корону на расстоянии около 0.05 а.е. от центра Солнца пролетит короткопериодическая **комета-сангрейзер SOHO P/(2002 Q8 = 2008 E4)**, которую открыл 28 августа 2002 года Р.Крафт. Наблюдать комету ( $P=5.52$ ) можно будет по интернету на изображениях коронографа C2 СОХО.

Следующей также через корону на расстоянии около 0.05 а.е. от центра Солнца 26 октября пролетит еще одна короткопериодическая **комета-сангрейзер SOHO P/(2002 S11 = 2008 G6)**. Ее открыл на изображениях коронографа C2 30 сентября 2002 года любитель астрономии Т.Скармато. Наблюдать эту комету ( $P=5.53$ ) можно будет по интернету на изображениях коронографа C2 СОХО.

7 ноября 2013 года через перигелий должна пройти давно утерянная короткопериодическая **комета Рассел 83D** с периодом обращения  $P=7.53$  года. Ее открыл К.Рассел 6 января 1979 года. Последний раз комета наблюдалась 24 июня 1985 года. В появлении 2013 года прогнозируется максимум блеска кометы 10 января 2014 года  $m_1 \sim 20.14^m$ , а ближе всего от Земли она должна будет пройти теоретически 6 июня 2014 года на расстоянии 1.72 а.е.

Далее, 16 ноября к Солнцу приблизится **комета P/2007 C1 (Кристенсен)**. Комету открыл Э.Кристенсен 9 февраля 2007 года по программе Catalina Sky Survey. Комета ( $P=6.80$ ) обладала небольшой комой и имела блеск  $m_1 \sim 18.8^m$ . Во втором появлении максимум ее блеска достигнет  $m_1 \sim 20.14^m$  21 марта 2014 года, а ближе всего от Земли она будет проходить 3 апреля 2014 года на расстоянии 1.42 а.е.

**Комета Энке/2P** с самым коротким периодом обращения вокруг Солнца ( $P=3.30$ ) пройдет перигелий 21 ноября 2013 года. Ее открыл П.Мешен 17 января 1786 года на Парижской обсерватории как слабый объект, видимый невооруженным глазом. Два следующих возвращения кометы были пропущены. Была переоткрыта К.Гершель 7 ноября, Т.Карле 11 ноября и Ч.Буваром 14 ноября 1795 года. После этого снова не наблюдалась еще в двух появлениях. 20 октября 1805 года была переоткрыта Ж.Понсом. В ту же ночь ее переоткрыли Дж.Гут и А.Бувар, которые проводили визуальные поиски комет с небольшими телескопами. После этого еще три появления кометы были пропущены. 26 ноября 1818 Ж.Понс вновь открыл эту комету, считая ее новой. Все эти независимые открытия были идентифицированы И.Энке как появление одной и той же кометы, которая является короткопериодической из семейства комет Юпитера ( $P=3.3$  года,  $e=0.85$ ,  $i=13.7^\circ$ ). С тех пор этой комете присвоено имя Энке. В появлении 2013 года в максимуме 18 ноября блеск кометы достигнет  $m_1 \sim 7.11^m$ , а ближе всего от Земли она будет проходить 17 октября 2013 года на расстоянии 0.48 а.е.

Следующей, 24 ноября приблизится к Солнцу **комета P/2005 L1 (Мак-Нот)**, которую открыл Р.Мак-Нот 2 июня 2005 года как диффузный объект блеском  $m_1 \sim 16.7^m$ . Максимум блеска  $m_1 \sim 17.0^m$  во втором своем появлении достигнет 16 июня, а ближе всего от Земли она будет проходить 11 июня 2013 года на расстоянии 2.24 а.е. Период ее обращения  $P=7.96$  лет.

Затем, 28 ноября перигелий пройдет новая **комета ИСОН C/2012 S1**, которую открыли 21 сентября 2012 года как объект блеском  $m_1 \sim 18.8^m$  любители астрономии Артем Новичонок (Россия) и Виталий Невский (Белоруссия). Максимум ее блеска будет  $m_1 < 0^m$  29 ноября 2013 года вблизи перигелия, но из-за близости к Солнцу комета будет в это время не видна. Ближе всего к Земле будет находиться 21 ноября (0.86 а.е.), а наблюдать комету можно будет в периоды с 30 октября по 19 ноября и с 11 декабря до конца 2013 года, когда она будет ярче  $m_1 \sim 6^m$  и ее элонгация будет более  $30^\circ$ .

Далее, 2 декабря перигелий пройдет новая почти параболическая **комета C/2012 A1 (ПАНСТАРПС)**. Комета была открыта 2 января 2012 года как слабый диффузный объект блеском  $m_1 \sim 19-20.5^m$ . Максимального блеска  $m_1 \sim 18.52^m$  она достигнет 21 декабря, а ближе всего к Земле подойдет 22 декабря 2013 года на расстояние 6.64 а.е.

Следующей, 11 декабря к Солнцу приблизится **комета P/2004 H2 (Ларсен)**. Комету открыл Д.Ларсен 19 апреля 2004 года. Объект выглядел диффузным, имел заметную кому и блеск  $m_1 \sim 20.4^m$ . Комета ( $P=9.63$ ) станет наиболее яркой 16 июня 2014 года:  $m_1 \sim 20.15^m$ , а ближе всего к Земле подойдет 2 июля 2014 года на расстояние 1.96 а.е.

Затем, 12 декабря к Солнцу приблизится короткопериодическая **комета Брюингтон 154P**, которую открыл Г.Брюингтон 28 августа 1992 года как малый диффузный объект блеском  $m_1 \sim 10^m$ . Максимум блеска  $m_1 \sim 8.99^m$  комета ( $P=10.8$ ) достигнет 10 ноября, а ближе всего от Земли она будет проходить 24 сентября 2013 года (0.89 а.е.).

Далее к перигелию 16 декабря подойдет **комета P/2003 S1 (HEAT)**. Комета была открыта 23 сентября 2003 года. Выглядела диффузным объектом с комой и хвостом и имела блеск  $m_1 \sim 18^m$ . Комета ( $P=9.71$ ) 13 ноября достигнет блеска  $m_1 \sim 17.56^m$ , а ближе всего к Земле она окажется 11 ноября 2013 года (1.61 а.е.).

Следующей, 19 декабря перигелий пройдет **комета 87P/Бас**, которую открыла Ш.Бас 2 марта 1981 года. Блеск кометы при открытии  $m_1 \sim 17.5^m$ . Максимум блеска  $m_1 \sim 18.45^m$  комета ( $P=6.38$ ) достигнет 17 мая 2014 года, а ближе всего от Земли она будет проходить 7 июня 2014 года на расстоянии 1.43 а.е.

Последней, 25 декабря перигелий пройдет **комета C/2011 J2 (ЛИНЕАР)**, которую открыли 4 мая 2011 года как астероидоподобный объект блеском  $m_1 \sim 19.7^m$ . Х.Лакруз 5 мая 2011 года отметил наличие комы у объекта. Комета станет наиболее яркой 17 декабря:  $m_1 \sim 14.36^m$ , а ближе всего к Земле она подойдет 16 декабря 2013 года на расстояние 3.02 а.е. Период обращения кометы еще не определен.

### Эфемериды комет, имеющих в максимуме блеск ярче $m_1 \sim 10^m$

#### ЛИНЕАР (2011 F1)

Дата	$\alpha$ (2000.0)			$\delta$	$\Delta$	$r$	$E$	$\beta$	$m_1$
	ч	м	с						
2013 02 20	20	47	26.1	-39 35 43	2.6316	1.8993	34.4	17.1	9.9
2013 03 02	21	22	07.7	-40 59 01	2.6050	1.9392	39.1	18.8	10.0
2013 03 12	21	57	37.6	-42 01 03	2.5836	1.9861	43.6	20.2	10.0
2013 03 22	22	33	22.9	-42 42 26	2.5686	2.0391	47.9	21.3	10.1
2013 04 01	23	08	48.5	-43 04 53	2.5609	2.0978	51.9	22.0	10.3
2013 04 11	23	43	21.6	-43 11 27	2.5607	2.1614	55.7	22.5	10.4
2013 04 21	00	16	31.9	-43 06 24	2.5678	2.2293	59.3	22.8	10.5
2013 05 01	00	47	56.7	-42 54 10	2.5817	2.3010	62.7	22.9	10.7
2013 05 11	01	17	21.8	-42 39 32	2.6016	2.3759	65.9	22.8	10.8
2013 05 21	01	44	36.9	-42 27 00	2.6264	2.4536	69.0	22.7	11.0
2013 05 31	02	09	37.6	-42 20 10	2.6550	2.5337	72.1	22.4	11.2

#### ПАНСТАРПС C/2011 L4

Дата	$\alpha$ (2000.0)			$\delta$	$\Delta$	$r$	$E$	$\beta$	$m_1$
	ч	м	с						
2012 09 29	15	10	20.6	-26 53 53	3.5912	3.0000	47.1	14.2	13.0
2012 10 09	15	16	53.7	-27 40 26	3.5700	2.8654	39.1	12.7	12.8
2012 10 19	15	24	51.6	-28 34 14	3.5259	2.7280	31.6	11.0	12.6
2013 01 13	17	52	46.4	-41 49 05	2.1354	1.3753	30.1	21.0	8.5
2013 01 23	18	32	37.0	-43 55 40	1.8802	1.1874	33.3	27.1	7.6
2013 02 02	19	27	26.1	-45 28 12	1.6232	0.9891	34.8	34.6	6.5
2013 02 12	20	43	51.2	-44 48 35	1.3816	0.7791	33.4	44.3	5.1
2013 02 22	22	19	43.5	-38 10 59	1.1881	0.5594	27.9	55.9	3.4
2013 03 10	00	21	57.3	-05 31 12	0.3016	1.1093	15.2	60.0	-0.28

2013 03 30	00 32 10.8	+33 54 08	1.2589	0.6401	30.2	51.8	4.1
2013 04 09	00 27 35.4	+46 03 22	1.3418	0.8571	39.7	48.2	5.5
2013 04 19	00 22 19.0	+56 17 56	1.4250	1.0626	48.1	44.7	6.5
2013 04 29	00 13 50.7	+65 28 02	1.5106	1.2570	55.7	41.4	7.4
2013 05 09	23 55 00.7	+73 52 15	1.6018	1.4415	62.2	38.3	8.1
2013 05 19	22 56 25.8	+81 20 08	1.7017	1.6178	67.8	35.4	8.7
2013 05 29	18 53 36.9	+85 12 46	1.8129	1.7869	72.2	32.7	9.3
2013 06 08	15 30 37.1	+80 54 48	1.9372	1.9499	75.6	30.3	9.8
2013 06 18	14 44 58.8	+74 43 40	2.0752	2.1075	77.7	28.1	10.3
2013 06 28	14 32 31.7	+68 41 35	2.2267	2.2603	78.8	26.2	10.8
2013 07 08	14 30 32.3	+63 04 11	2.3909	2.4089	78.8	24.5	11.2
2013 07 18	14 33 12.9	+57 54 54	2.5659	2.5536	77.9	22.9	11.6
2013 07 28	14 38 23.4	+53 14 13	2.7498	2.6949	76.2	21.5	12.0
2013 08 07	14 45 05.0	+49 00 57	2.9404	2.8330	74.0	20.1	12.4
2013 08 18	14 53 36.6	+44 52 28	3.1547	2.9815	70.9	18.7	12.7
2013 08 27	15 01 12.1	+41 51 13	3.3314	3.1007	68.2	17.6	13.0

### Леммон C/2012 F6

Дата	$\alpha$ (2000.0)			$\delta$			$\Delta$ а. е.	$r$ а. е.	$E$ °	$\beta$	$m_1$
	ч	м	с	°	'	"					
2013 01 11	12 18 55.6	-47 42 44	1.5182	1.2434	85.1	40.2	9.1				
2013 01 21	12 33 23.8	-62 08 47	1.3761	1.0844	83.2	45.2	8.1				
2013 01 31	13 19 04.4	-79 22 23	1.2352	0.9973	77.7	51.0	7.2				
2013 02 10	23 00 11.2	-81 07 22	1.0979	0.9934	67.3	56.0	6.3				
2013 02 20	23 54 24.6	-64 23 24	0.9691	1.0630	56.2	58.0	5.6				
2013 03 02	00 05 02.6	-50 04 10	0.8567	1.1797	45.5	55.6	5.0				
2013 03 12	00 08 41.9	-38 03 09	0.7739	1.3144	35.8	48.8	4.5				
2013 03 22	00 09 54.1	-27 31 23	0.7330	1.4424	28.1	39.8	4.3				
2013 04 02	00 10 41.8	-16 53 36	0.7508	1.5560	23.3	31.8	4.7				
2013 04 12	00 12 04.8	-07 46 29	0.8185	1.6282	23.8	29.7	5.4				
2013 04 22	00 14 14.5	+00 56 38	0.9210	1.6748	28.2	31.1	6.2				
2013 05 02	00 16 48.5	+09 21 06	1.0444	1.7032	34.6	33.2	7.2				
2013 05 12	00 19 12.9	+17 31 58	1.1790	1.7205	41.8	34.8	8.0				
2013 05 22	00 20 45.5	+25 32 38	1.3188	1.7330	49.3	35.6	8.8				
2013 06 01	00 20 38.3	+33 24 01	1.4606	1.7463	56.7	35.5	9.5				
2013 06 10	00 18 13.7	+40 18 32	1.5884	1.7623	63.2	34.8	10.2				
2013 06 20	00 11 34.5	+47 42 28	1.7294	1.7882	70.1	33.5	10.8				
2013 06 30	23 58 36.2	+54 38 23	1.8690	1.8257	76.4	31.9	11.4				
2013 07 10	23 36 04.2	+60 49 50	2.0067	1.8769	82.0	30.1	11.9				

### Энке/2P

Дата	$\alpha$ (2000.0)			$\delta$			$\Delta$ а. е.	$r$ а. е.	$E$ °	$\beta$	$m_1$
	ч	м	с	°	'	"					
2013 09 18	05 11 24.3	+39 25 47	0.8171	1.3452	94.6	48.1	13.0				
2013 09 28	06 22 15.6	+42 50 01	0.6471	1.1975	90.5	56.8	11.7				
2013 10 08	07 36 04.5	+43 27 50	0.5530	1.0883	83.7	66.0	10.8				
2013 10 18	10 26 13.7	+32 40 15	0.4782	0.8713	61.0	90.3	8.3				
2013 10 28	12 05 58.0	+15 47 02	0.5442	0.6919	41.9	106.4	7.9				
2013 11 07	13 11 40.5	+00 48 18	0.7125	0.5082	29.3	107.4	7.51				

**ИСОН С/2012 S1**

Дата	$\alpha$ (2000.0)			$\delta$	$\Delta$	$r$	$E$	$\beta$	$m_1$
	ч	м	с						
2013 08 27	08	34	28.9	+22 39 57	3.0927	2.2590	28.7	12.4	12.0
2013 09 06	08	49	31.3	+21 32 37	2.8441	2.0945	34.6	15.9	11.5
2013 09 16	09	05	57.9	+20 12 48	2.5778	1.9234	40.2	19.7	10.9
2013 09 26	09	24	21.5	+18 35 23	2.2964	1.7443	45.4	24.1	10.2
2013 10 06	09	45	40.2	+16 31 40	2.0029	1.5555	49.7	29.3	9.4
2013 10 16	10	11	36.4	+13 45 43	1.7022	1.3546	52.7	35.8	8.5
2013 10 26	10	45	32.0	+09 45 53	1.4027	1.1377	53.4	44.6	7.3
2013 11 04	11	28	30.3	+04 15 11	1.1485	0.9231	50.5	55.9	6.0
2013 11 05	11	34	19.0	+03 29 01	1.1220	0.8982	49.8	57.5	4.9
2013 11 15	12	52	22.2	-06 49 07	0.9077	0.6210	37.9	78.2	2.7
2013 11 16	13	02	37.3	-08 06 29	0.5901	0.8937	36.1	80.7	2.4
2013 11 17	13	13	24.8	-09 25 59	0.5583	0.8814	34.1	83.5	2.1
2013 11 18	13	24	45.9	-10 47 15	0.5257	0.8713	32.1	86.3	1.8
2013 11 19	13	36	41.5	-12 09 44	0.4920	0.8635	29.9	89.3	1.5

**Брюингтон 154P**

Дата	$\alpha$ (2000.0)			$\delta$	$\Delta$	$r$	$E$	$\beta$	$m_1$
	ч	м	с						
2013 06 27	22	54	45.4	-20 02 29	1.7333	2.3792	117.4	22.3	12.97
2013 07 07	22	59	50.6	-19 12 32	1.5688	2.3104	125.3	21.0	12.52
2013 07 17	23	02	28.1	-18 24 10	1.4166	2.2427	133.7	19.1	12.07
2013 07 27	23	02	13.9	-17 35 12	1.2789	2.1760	142.8	16.4	11.61
2013 08 06	22	58	46.0	-16 42 28	1.1584	2.1109	152.5	12.8	11.16
2013 08 16	22	51	57.7	-15 41 05	1.0578	2.0476	162.9	8.3	10.72
2013 08 26	22	42	14.2	-14 25 16	0.9794	1.9864	173.1	3.5	10.32
2013 09 05	22	30	35.5	-12 50 31	0.9249	1.9280	171.5	4.4	9.96
2013 09 15	22	18	42.2	-10 54 53	0.8944	1.8726	160.4	10.4	9.66
2013 09 25	22	08	29.3	-08 40 34	0.8863	1.8209	149.0	16.5	9.42
2013 10 05	22	01	30.8	-06 12 37	0.8976	1.7734	138.2	22.1	9.24
2013 10 15	21	58	47.6	-03 35 55	0.9246	1.7308	128.4	26.8	9.12
2013 10 25	22	00	37.0	-00 53 54	0.9632	1.6937	119.8	30.6	9.04
2013 11 04	22	06	48.4	+01 51 45	1.0104	1.6626	112.3	33.5	9.00
2013 11 14	22	17	00.0	+04 40 52	1.0638	1.6380	105.8	35.5	8.99
2013 11 24	22	30	41.4	+07 33 19	1.1221	1.6206	100.2	36.8	9.02
2013 12 04	22	47	25.4	+10 28 36	1.1846	1.6105	95.4	37.5	9.09
2013 12 14	23	06	49.6	+13 25 52	1.2512	1.6080	91.2	37.7	9.20
2013 12 24	23	28	31.4	+16 23 04	1.3223	1.6131	87.5	37.5	9.34
2014 01 03	23	52	14.2	+19 17 39	1.3986	1.6259	84.2	37.0	9.53
2014 01 13	00	17	43.3	+22 06 38	1.4807	1.6459	81.1	36.2	9.75
2014 01 24	00	47	28.7	+25 01 507	1.5785	1.6758	77.9	35.0	10.03
2014 02 03	01	15	51.0	+27 27 47	1.6750	1.7097	75.0	33.8	10.31
2014 02 13	01	45	12.7	+29 38 02	1.7789	1.7494	72.1	32.5	10.62
2014 02 23	02	15	15.8	+31 30 03	1.8901	1.7943	69.1	31.01	10.95
2014 03 05	02	45	43.8	+33 02 13	2.0084	1.8437	66.0	29.4	11.30
2014 03 15	03	16	17.8	+34 13 46	2.1330	1.8971	62.8	27.8	11.65
2014 03 25	03	46	39.0	+35 04 34	2.2633	1.9539	59.4	26.0	12.01

## МЕТЕОРЫ И МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

В Солнечной системе, кроме Солнца и больших планет, имеются так называемые малые тела. К ним принадлежат малые планеты или астероиды, кометы, метеорные тела и межпланетная пыль. Из метеорного вещества состоят метеорные рои, частицы которых имеют приблизительно одинаковые орбиты и общее происхождение, – значительная часть их есть результат дезинтеграции известных комет. Другие частицы межпланетного метеорного вещества, каждая из которых имеет свою орбиту, называют спорадическими. Наиболее динамичная составляющая Солнечной системы – комплекс метеорных тел различных размеров – все время пополняется новыми частицами и приблизительно столько же их и теряет. Основные источники метеорных тел и межпланетной пыли – дезинтеграция ядер комет при их приближении к Солнцу и разрушение малых планет при столкновениях между собой и с другими телами. Частицы микронных размеров “выметаются” солнечным ветром и солнечной радиацией в межзвездное пространство, а несколько большие частицы, для которых гравитация превосходит давление излучения, – согласно эффекту Пойнтинга-Робертсона, – тормозятся в поле солнечной радиации и приближаются к Солнцу. В области F – короны Солнца они нагреваются, сублимируют и достигают (на расстоянии 2-3 радиусов Солнца) критического (микронного) размера и также удаляются за пределы Солнечной системы.

При столкновении с атмосферой планеты тела разных размеров и масс образуют явления метеоров и болидов. (Болид – это метеор, блеск которого не меньше блеска Венеры при наблюдении его с поверхности Земли). Не образуют метеоров только те частицы, которые тормозятся в атмосфере раньше, чем их поверхность достигнет температуры, необходимой для интенсивного испарения. Максимальный размер таких частиц приблизительно 100 мкм (масса  $\approx 10^{-5}$  г) при скорости входа в атмосферу 10 км/с, а минимальный – 0.2 мкм (масса  $\approx 10^{-13}$  г) при скорости входа 72 км/с. Такие частицы называют микрометеоритами Уиппла, они в виде аэрозолей выпадают на земную поверхность.

Каждые сутки в атмосферу нашей планеты влетает около 20 миллионов частиц с массами не меньше одной сотой грамма. С увеличением массы число частиц уменьшается приблизительно обратно пропорционально массе частицы. Большинство частиц, массы которых меньше 1 г, взаимодействует с атмосферой в свободно-молекулярном режиме и практически полностью разрушаются на высотах от 110 км до 80 км над поверхностью Земли. Они образуют явления слабых метеоров, которые наблюдают визуально, а также регистрируют фотографическими, радиолокационными и телевизионными установками. Метеороиды, которые порождают яркие метеоры (ярче 0<sup>m</sup>), взаимодействуют с атмосферой в режимах свободно-молекулярного потока, переходного и скольжения. Как правило, первый режим осуществляется до начала интенсивного испарения, то есть до появления метеора, второй – до максимума блеска, третий – в конце метеора.

На основании полученной усредненной функции притока космических тел на Землю вычислена следующая таблица.

Средний интервал времени  $T$  между двумя падениями тел массы  $m$  на Землю

$m$	$T$
10 кг	26.8 минут
100 кг	3.50 часов
109 кг (KOURIM, EN220495)	3.77 часов
1 т	27.2 часов
4.3 т (EN171101 [27])	4.16 суток
10 т	8.84 суток
70 (60) т (Гоба)	50 (44) суток
100 т (Сихотэ-Алинь)	2.3 месяцев
650 т	1 год
$5 \cdot 10^3$ т	6.2 лет
$2 \cdot 10^6$ т (Тунгусский, Аризонский)	1300 лет
$2 \cdot 10^8$ т (диаметр 0.5 км)	80 тыс. лет
$1.6 \cdot 10^9$ т (диаметр 1 км)	0.5 млн. лет
$2 \cdot 10^{11}$ т (диаметр 5 км)	37 млн. лет
$1.6 \cdot 10^{12}$ т (диаметр 10 км)	240 млн. лет

Килограммовые метеороиды образуют болиды и достигают высот 40–50 км. Тела, массы которых превышают 1 кг, взаимодействуют с атмосферой в режиме сполошного течения, и их сопровождают ударные волны. Часть таких тел достигает малых высот над земной поверхностью (5–20 км), где на высоте максимального торможения может произойти тепловой взрыв и, как следствие, будет наблюдаться мощная вспышка блеска. Кометное тело на этой высоте практически полностью исчезает, а остатки монолитного тела с небольшими скоростями выпадают на поверхность планеты, образуя небольшие по размерам ударные кратеры. Самые крупные метеороиды, массы которых более 100–1000 тонн, пронизывают атмосферу Земли практически без потери массы и скорости. Они взрываются на поверхности нашей планеты, образуя взрывные кратеры.

Сегодня известно значительное количество случаев взрыва крупных метеороидов в атмосфере Земли. Об этом свидетельствуют и данные регистраций болидов наземными установками, и результаты измерений в атмосфере ярких световых вспышек фотодиодами корпорации “Sandia Laboratories”, которые были установлены на геостационарных спутниках США (получено 300 вспышек болидов), и также данные измерений акустически-гравитационных волн от тепловых взрывов метеороидов. Для нескольких случаев падений метеороидов, яркие болиды которых наблюдались инструментально, определены топо-, гео- и гелиоцентрические орбиты. Среди них: Pribram (Czechosl., Apr. 1959), Lost City (USA, Jan. 1970), Innisfree (Canada, Feb. 1977), Peekskill (USA, Oct. 1992), Tagish Lake (Canada, Jan. 2000), Moravka (Czech. Rep., May 2000), EN171101 (Ukraine, Nov. 2001).

**Квадрантиды.** Интенсивный поток с максимумом 1-4 января на протяжении нескольких часов. Радиант находится всегда над горизонтом и занимает область неба диаметром около  $20^\circ$ . Название потока происходит от названия

созвездия Стенного Квадранта, которое ввел Жозеф Лаланд в честь своего любимого инструмента. Это созвездие существовало на звездных картах XIX ст. на границе нынешних созвездий Дракона, Геркулеса и Волопаса. В отдельные годы количество метеоров за час (ZHR) превышало 100. Метеоры желто-оранжевого цвета, медленные, часто оставляют следы. Может быть много болидов и ярких метеоров. Скорость метеоров около 40 км/с. Наиболее интенсивные потоки наблюдались в 1864, 1879, 1897, 1909 (ZHR 180), 1922, 1932, 1943, 1948, 1984 годах. Метеорные частицы расположены вдоль орбиты, плоскость которой почти перпендикулярна к плоскости эклиптики. Возле земной орбиты толщина метеорного роя невелика, поэтому Земля пересекает его за 5-6 часов.

**Виргиниды.** Слабый метеорный поток: ZHR обычно 4 (может быть до 10). Активность 25 января – 15 апреля, максимум 5 – 21 марта. Наблюдаются медленные яркие метеоры и болиды. Название потока происходит от латинского названия созвездия Virgo (Дева). Скорость метеоров около 31 км/с.

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

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

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

**α – Каприкорниды.** Слабый метеорный поток: ZHR около 4-5. Скорость метеоров 23 км/с. Возраст потока, вероятно, составляет около 1000 лет. Возможно, поток связан с кометой Лекселя (1770 I). Название потока происходит от Каприкорнус – латинского названия созвездия Козерог.

**δ – Аквариды (южные).** ZHR около 20. Скорость метеоров 41 км/с. Раньше этот поток делили на две ветви: южные δ-Аквариды и северные δ-Аквариды. Из-за слабой распознаваемости этих ветвей по предложению Международной метеорной организации (IMO) они объединены в один поток – южные δ-



Аквариды. Максимум активности поток достигает быстро, тогда как спад интенсивности происходит медленно. Количество метеоров, порождающихся северной ветвью, примерно в два раза меньше. Характерная величина – очень малое перигелийное расстояние ( $0.08 \text{ а.е.}$ ), потому температура частиц при приближении к Солнцу возрастает до  $1000 \text{ К}$ . Это обстоятельство определяет структурные и физические характеристики метеороидов.

**Персеиды.** Регулярно наблюдаемый мощный поток, который известен более 1200 лет. Скорость метеоров  $60 \text{ км/с}$ . С 1840 года поток наблюдается ежегодно, что впервые установил Скиапарелли (1866 год). Количество метеоров около 50 в час. Вспышки активности потока наблюдались в 1991 и 1992 годах (ZHR 400) и были связаны с прохождением родительской кометы Персеид Свифта-Туттля (109P/Swift-Tuttle) в 1992 году. Метеоры белые и желтые, среди них много ярких, оставляющих следы и рассыпающихся. Думаю, что Татьяна Ларина (по Пушкину), видевшая, как "... падающая звезда по небу темному летела и рассыпалась..." наблюдала за метеорами из потока Персеид.

**Дракониды (или Джакобиниды).** Периодический метеорный поток, рой которого порожден кометой Джакобини – Цинера (21P/Giacobini-Zinner), которую открыл Джакобини. Комета была потеряна, потом в ноябре 1913 года ее снова нашел Циннер. Скорость метеоров  $22 \text{ км/с}$ . Радиант не заходит. Метеоры медленные и имеют красноватый цвет. Метеорный рой молодой, и поэтому основная масса частиц находится вблизи самой кометы. Период обращения кометы вокруг Солнца составляет 6.5 года. Небольшие метеорные дожди наблюдались в 1926, 1952, 1985, 1998 годах. Наиболее мощные метеорные дожди наблюдались в 1933 и 1946 годах (ZHR 10000).

**Тауриды.** Поток имеет две ветви: южную и северную и связан с кометой Энке (2P/Enke). Средняя скорость метеоров около  $30 \text{ км/с}$ . Метеоры медленные, среди которых яркие болиды могут оставлять метеориты. Перигелий орбиты (при большой полуоси  $2.0\text{-}2.5 \text{ а.е.}$ ) находится к Солнцу ближе Венеры, афелий – возле Юпитера. Количество метеоров южной ветви 5-10 в час, северной – не более 30. Метеорные частицы могут порождать метеоры в атмосферах планет Венеры и Марса.

**Ориониды.** Метеорный поток связан, как и  $\eta$ -Аквариды, с кометой Галлея. На это впервые указал Оливье в 1911 году. В сравнении с  $\eta$ -Акваридами, в данном случае Земля пересекает более отдаленную и разреженную часть роя. Скорость метеоров составляет около  $66 \text{ км/с}$ . Метеоры яркие, белые, часто оставляют следы, которые долго существуют. Радиант всю ночь находится над горизонтом, поднимаясь в вечерние часы в область зенита.

**Леониды.** Очень быстрые метеоры, среди них много ярких метеороидов, которые оставляют следы. Скорость метеоров  $71 \text{ км/с}$ . Метеорный рой создан кометой Темпеля – Туттля (Tempel-Tuttle, 1861 I). Период обращения кометы вокруг Солнца равен 33.25 года. Такой же период и звездопадов. Арабский астроном Табит наблюдал звездный дождь в Багдаде в октябре 935 года. Известные звездные дожди Леонид: 1799 год (ZHR

свыше 10000), 1832-1833 года (ZHR до 100000), 1966 год (ZHR 150000), 1998 год (ZHR 1000), 1999 год (ZHR 3700), 2002 (ZHR 3000).

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

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

### Основные метеорные потоки

Название потока	Период активности	Дата максимума	Радиант	
			$\alpha$ (ч м)	$\delta$ (град.)
Квадрантиды	01.01-04.01	03.01	15ч20м	+49°
Лириды	16.04-25.04	22.04	18 06	+34
$\eta$ -Аквариды	19.04-28.05	05.05	22 27	-1.5
$\alpha$ -Каприкорниды	03.07-15.08	27-29.07	20 36	-10
Южные $\delta$ -Аквариды	12.07-19.08	27-29.07	22 30	-16
Персеиды	17.07-24.08	12.08	03 05	+58
Дракониды	06.10-10.10	08.10	17 28	+54
Тауриды южные	01.10-25.11	05.11	03 28	+14
Тауриды северные	01.10-25.11	12.11	03 52	+22
Ориониды	02.10-07.11	22.10	06 20	+16
Леониды	14.11-21.11	17.11	10 12	+22
Геминиды	07.12-17.12	14.12	07 28	+33
Урсиды	17.12-26.12	22.12	14 28	+76

## ЯРКИЕ ЗВЕЗДЫ И ИХ ВИДИМЫЕ МЕСТА

Видимые на небе звезды, за редчайшим исключением, наблюдаются как “точечные” источники излучения. Это означает, что их угловые размеры очень малы. Расстояния до звезд колоссальны по земным меркам. 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, тогда как даже для ближайших звезд они должны быть меньше одной сотой доли секунды дуги.

Звезды – это огромные 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 измеряется полутора сотнями 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 миллионов 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.

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  $1.3 \cdot 10^6$  раз. Масса Солнца в  $3.3 \cdot 10^3$  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. 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, нейтронные звезды. Первые по размерам сравнимы с размерами Земли.

Строение звезд зависит от массы. Если звезда в несколько раз массивнее Солнца, то глубоко в её недрах происходит интенсивное перемешивание вещества (конвекция), подобно кипящей воде. Такую область называют конвективным ядром звезды. Чем больше звезда, тем большую её часть составляет конвективное ядро, в котором находится источник энергии. По мере превращения водорода в гелий молекулярная масса вещества ядра возрастает, а его объём уменьшается. Внешние же области звезды при этом расширяются, она увеличивается в размерах, а температура её поверхности падает. Горячая звезда – голубой гигант – постепенно превращается в красный гигант.

Срок жизни звезды напрямую зависит от её массы. Звезды с массой в сто раз больше солнечной живут всего несколько миллионов лет. Если масса

составляет 2-3 солнечных, срок увеличивается до миллиарда лет. В звёздах-карликах, масса которых меньше массы Солнца, конвективное ядро отсутствует. Водород в них горит, превращаясь в гелий, в центральной области. Когда он сгорает полностью, звёзды медленно сжимаются и за счёт энергии сжатия могут существовать ещё очень длительное время.

Солнце и подобные ему звёзды представляют собой промежуточный случай. У Солнца имеется маленькое конвективное ядро, но не очень чётко отделённое от остальной части. Ядерные реакции горения водорода протекают как в ядре, так и в его окрестностях. Возраст Солнца примерно 4,5-5 млрд. лет, и за это время оно почти не изменило своего размера и яркости. После исчерпания водорода Солнце может постепенно вырасти в красный гигант, сбросить чрезмерно расширившуюся оболочку и закончить свою жизнь, превратившись в белый карлик. Но это случится не раньше, чем через 5 млрд. лет.

У звезд нижней части главной последовательности (красные карлики) термоядерные реакции протекают в центральной части ядра. Перенос энергии к поверхности звезды осуществляется конвекцией. В ярких звездах верхней части главной последовательности перенос энергии от конвективного ядра осуществляется излучением. Красные гиганты имеют центральное небольшое ядро из гелия, температура в пределах которого одинакова. Это ядро окружено узкой зоной, в которой происходят ядерные реакции. Далее идет широкий слой, где энергия передается конвекцией. В отличие от красных гигантов, белые карлики однородны и состоят из вырожденного газа.

Еще в античности самые яркие звезды называли звездами первой величины, а самые слабые из видимых – шестой. С помощью фотометров удастся определять звездные величины с точностью до тысячных долей. Самая яркая звезда всего неба – Сириус ( $\alpha$  Большого Пса) имеет видимую звездную величину  $V = -1.46^m$  ( $m$  – magnitude, величина). В таблице приведены сокращенные латинские названия созвездий.

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 превышающие нескольких десятков световых лет (световой год – стр. 238), расстояние определяется известным еще с XIX 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 и гипергиганты – тысячи и десятки тысяч светимостей Солнца, наименьшие – красные и белые карлики, их светимость в сотни и тысячи раз меньше светимости Солнца.

Гипергиганты – это крайне редкие звезды огромной массы, размеров и светимостей – их насчитывается в нашей Галактике около десятка. Типичные массы гипергигантов составляют 100 – 250 масс Солнца, но бывают и больше (масса гипергиганта R136a1 оценивается в 265 масс Солнца). Размеры гипергигантов огромны: радиус звезды LBV 1806-20 оценивается в 2 тысячи радиусов Солнца, а ее светимость – в миллионы светимостей Солнца. Расстояния до гипергигантов велико и оценивается (для разных звезд) от 7 до 40 тысяч световых лет. Гипергиганты имеют сильно различающиеся температуры поверхностей, колеблющиеся от 3200 К (красноватые) до 35000 К (голубые гипергиганты). Время жизни гипергигантов чрезвычайно мало и составляет от нескольких сотен тысяч до нескольких миллионов лет (для Солнца – 10 млрд лет). Многие гипергиганты меняют свой блеск. Очерк о переменности блеска гипергигантов написан Е.Л.Ченцовым и находится на стр. 177.

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 светимости звезды (I – это сверхгиганты, II-III – гиганты, IV – субгиганты, V – звезды-карлики) и другие особенности спектра (пекулярность, двойственность 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 тысяча 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 различные строго эталонированные светофильтры. Количественно цвет звезд характеризуется разностью двух величин, полученных через два фильтра, один из которых пропускает преимущественно синие лучи (“В”), а другой имеет кривую спектральной чувствительности, сходную с человеческим глазом (“V”). Техника измерений цвета звезд настолько высока, что по измеренному значению В–V можно определить спектр звезды с точностью до подкласса. Для слабых звезд анализ цветов – единственная возможность их спектральной классификации. Используются и другие показатели цвета. Разница звездных величин, например, между ультрафиолетовой 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  $\sigma$  – постоянная Стефана-Больцмана. 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  $a$  (в а.е.) и период обращения  $P$  (в годах) 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. Последние же определяются только для двойных систем. 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, тем самым указав на существование звезд-гигантов и звезд-карликов. (Звездное скопление – это группа звезд, расположенных близко друг от друга и связанных взаимным тяготением). 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 единственным 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, то есть превращается в белого, желтого и красного карликов (вдоль Главной последовательности – ГП, на которой располагается большинство звезд). На самом деле, как выяснилось позже, эволюция звезды значительно сложнее и идет от звезд-карликов к гигантам.

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 полюс. Поэтому эта звезда получила название – Полярной. В списке ярких звезд настоящего каталога 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. Интересно что Полярная на самом деле является уникальной звездой – это цефеида с периодом пульсации около 4 дней. Амплитуда ее пульсаций постепенно уменьшалась на протяжении более 100 лет наблюдений, а в последние лет 10 она постепенно увеличивается.

Особая роль Полярной звезды является временной. Ее положение, как и остальных звезд, меняется с течением времени из-за прецессионного движения земной оси. Это движение обусловлено наклоном оси вращения к плоскости орбиты Земли вокруг Солнца (угол наклона  $66,5^\circ$ ). 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  $\alpha$  Dra около 5000 лет,  $\beta$  UMi около 3000 лет тому назад. Через 12000 лет Северный полюс

мира будет находиться вблизи  $\alpha$  Лиры ( $\alpha$  Лут). 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 даны координаты звезд до 3 звездной величины (прямое восхождение –  $\alpha_{2000}$  и склонение –  $\delta_{2000}$ ) на 2000 год до склонения  $-30^\circ$ . Также приведены звездные величины, показатели цвета, расстояния до звезд в световых годах –  $r$ , их спектральные классы и классы светимости, а также особенности спектра.

### Список ярких звезд с их фотометрическими и спектральными характеристиками

Имя звезды	Название звезды	$\alpha$ (2000.0)	$\delta$	V	B-V	U-B	$r$	Спектр
Сих	$\gamma$ Cas	0 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 42.5 <sup>s</sup>	60° 43' 00"	2.47	-0.15	-0.08	650	B0IVe
Сиррах	$\alpha$ And	0 08 23.3	29 05 26	2.06	-0.11	-0.10	105	B8IVp
Каф	$\beta$ Cas	0 09 10.7	59 08 59	2.27	0.34	0.20	47	F2III-IV
Альгениб	$\gamma$ Peg	0 13 14.2	15 11 01	2.83	-0.23	-0.19	470	B2IV
Шедир	$\alpha$ Cas	0 40 30.5	56 32 14	2.23	1.17	0.60	163	K0IIIa
Денеб Кайтос	$\beta$ Cet	0 43 35.4	-17 59 12	2.04	1.02	0.51	64	G9.5III
Мирах	$\beta$ And	1 09 43.9	35 37 14	2.06	1.58	1.00	82	M0IIIa
Ксора	$\delta$ Cas	1 25 49.0	60 14 07	2.68	0.13	0.09	76	A5III-IV
Шератан	$\beta$ Ari	1 54 38.4	20 48 29	2.64	0.13	0.08	50	A5V
Аламак	$\gamma$ And	2 03 54.1	42 19 47	2.26	1.37	0.68	160	K3-IIb
Гамаль	$\alpha$ Ari	2 07 10.4	23 27 45	2.00	1.15	0.62	78	K2III
Полярная	$\alpha$ UMi	2 31 48.7	89 15 51	2.02	0.60	0.31	470	F7Ib-II
Менкар	$\alpha$ Cet	3 02 16.8	4 05 23	2.53	1.64	1.16	130	M1.5IIIa
Алголь	$\beta$ Per	3 08 10.1	40 57 20	2.12	-0.05	-0.03	82	B8V
Мирфак	$\alpha$ Per	3 24 19.4	49 51 40	1.79	0.48	0.33	470	F5Ib
Менхиб	$\zeta$ Per	3 54 07.9	31 53 01	2.85	0.12	0.09	820	B1Ib
Альдебаран	$\alpha$ Tau	4 35 55.2	16 30 33	0.85	1.54	0.94	64	K5III
Курса	$\beta$ Eri	5 07 51.0	-5 05 11	2.79	0.13	0.08	82	A3III
Ригель	$\beta$ Ori	5 14 32.3	-8 12 06	0.12	-0.03	-0.02	470	B8Ia:
Капелла	$\alpha$ Aur	5 16 41.4	45 59 53	0.08	0.80	0.44	45	G5IIIe+G0III
Беллатрикс	$\gamma$ Ori	5 25 07.9	6 20 59	1.64	-0.22	-0.22	325	B2III
Нат	$\beta$ Tau	5 26 07.5	28 36 27	1.65	-0.13	-0.10	142	B7III
Нихал	$\beta$ Lep	5 28 14.7	-20 45 34	2.84	0.82	0.44	180	G5II
Минтака	$\delta$ Ori	5 32 00.4	0 17 57	2.23	-0.22	-0.22	1300	O9.5II
Арнеб	$\alpha$ Lep	5 32 43.8	-17 49 20	2.58	0.21	0.21	410	F0Ib
Альнилам	$\epsilon$ Ori	5 36 12.8	-1 12 07	1.70	-0.19	-0.17	1300	B0Ia
Альнитак	$\zeta$ Ori	5 40 45.5	-1 56 34	2.05	-0.21	-0.20	1300	O9.7Ib
Сайф	$\kappa$ Ori	5 47 45.4	-9 40 11	2.06	-0.17	-0.18	1300	B0.5Ia
Бетельгейзе	$\alpha$ Ori	5 55 10.3	7 24 25	0.50	1.85	1.28	1300	M1Ia-Iab
Менкалинан	$\beta$ Aur	5 59 31.7	44 56 51	1.90	0.03	-0.01	65	A2IV
Мирцам	$\beta$ CMA	6 22 42.0	-17 57 21	1.98	-0.23	-0.24	650	B1II-III
Альхена	$\gamma$ Gem	6 37 42.7	16 23 57	1.93	0.00	-0.01	84	A0IV
Сириус	$\alpha$ CMA	6 45 08.9	-16 42 58	-1.46	0.00	-0.03	13	A1Vm
Адара	$\epsilon$ CMA	6 58 37.5	-28 58 20	1.50	-0.21	0.21	470	B2II
Везен	$\delta$ CMA	7 08 23.5	-26 23 36	1.84	0.68	0.33	1100	F8Ia
Алудра	$\eta$ CMA	7 24 05.7	-29 18 11	2.45	-0.08	-0.06	1300	B5Ia
Кастор	$\alpha$ Gem	7 34 36.0	31 53 19	1.50	0.04	0.02	45	A2Vm
Процион	$\alpha$ CMi	7 39 18.1	5 13 30	0.38	0.42	0.23	11	F5IV-V
Поллукс	$\beta$ Gem	7 45 18.9	28 01 34	1.14	1.00	0.50	35	K0IIIb



Имя звезды	Название звезды	$\alpha$ (2000.0)	$\delta$	V	B-V	U-B	r	Спектр
Альфард	$\alpha$ Hya	9 27 35.2	-8 39 31	1.98	1.44	0.77	130	K3II-III
Регул	$\alpha$ Leo	10 08 22.3	11 58 02	1.35	-0.11	-0.10	68	B7V
Альгиба	$\gamma^1$ Leo	10 19 58.3	19 50 30	2.61	1.15	0.62	130	K1-IIIb
Мерак	$\beta$ UMa	11 01 50.5	56 22 57	2.37	-0.02	-0.04	76	A1V
Дубхе	$\alpha$ UMa	11 03 43.7	61 45 03	1.79	1.07	0.58	44	K0IIIa
Зосма	$\delta$ Leo	11 14 06.5	20 31 25	2.56	0.12	0.03	68	A4V
Денебола	$\beta$ Leo	11 49 03.6	14 34 19	2.14	0.09	0.02	42	A3V
Фекда	$\gamma$ UMa	11 53 49.8	53 41 41	2.44	0.00	-0.03	80	A0Ve
Крац	$\beta$ Crv	12 34 23.2	-23 23 48	2.65	0.89	0.44	172	G5II
Алиот	$\epsilon$ UMa	12 54 01.7	55 57 35	1.77	-0.02	-0.03	78	A0p
Виндемиатрикс	$\epsilon$ Vir	13 02 10.6	10 57 33	2.83	0.94	0.45	93	G8IIIab
Мицар	$\zeta$ Uma	13 23 55.5	54 55 31	2.27	0.02	-0.02	79	A1Vp
Спика	$\alpha$ Vir	13 25 11.6	-11 09 41	0.98	-0.23	-0.24	220	B1III+B2V
Бенетнаш	$\eta$ UMa	13 47 32.4	49 18 48	1.86	-0.19	-0.18	163	B3V
Арктур	$\alpha$ Boo	14 15 39.7	19 10 57	-0.04	1.23	0.65	35	K1.5III
Ицар	$\epsilon$ Boo	14 44 59.2	27 04 27	2.70	0.97	0.52	230	K0II-III
Кохаб	$\beta$ UMi	14 50 42.3	74 09 20	2.08	1.47	0.76	105	K4-III
Гемма	$\alpha$ CrB	15 34 41.3	26 42 53	2.23	-0.02	-0.04	71	A0V+G5V
Унук Эльхая	$\alpha$ Ser	15 44 16.1	6 25 32	2.65	1.17	0.56	82	K2IIIb
Джубба	$\delta$ Sco	16 00 20.0	-22 37 18	2.32	-0.12	-0.13	990	B0.3IV
Акраб	$\beta^1$ Sco	16 05 26.2	-19 48 20	2.62	-0.07	-0.09	540	B1V
Антарес	$\alpha$ Sco	16 29 24.4	-26 25 55	0.96	1.83	1.23	365	M1.5I+B4V
Антилис	$\beta$ Her	16 30 13.2	21 29 23	2.77	0.94	0.47	125	G7IIIa
Сабик	$\eta$ Oph	17 10 22.7	-15 43 29	2.43	0.06	0.01	73	A2V
Альваид	$\beta$ Dra	17 30 26.0	52 18 05	2.79	0.98	0.48	365	G2Ib-IIa
Рас Альхаг	$\alpha$ Oph	17 34 56.1	12 33 36	2.08	0.15	0.08	60	A5III
Келб Альраи	$\beta$ Oph	17 43 28.4	4 34 02	2.77	1.16	0.57	125	K2III
Этамин	$\gamma$ Dra	17 56 36.4	51 29 20	2.23	1.52	0.85	116	K5III
Каус	$\delta$ Sgr	18 20 59.7	-29 49 41	2.70	1.38	0.68	112	K3IIIa
Каус Бореалис	$\lambda$ Sgr	18 27 58.2	-25 25 18	2.81	1.04	0.56	84	K1IIIb
Вега	$\alpha$ Lyr	18 36 56.3	38 47 01	0.03	0.00	-0.03	26	A0Va
Нунки	$\sigma$ Sgr	18 55 15.9	-26 17 48	2.02	-0.22	-0.21	180	B2.5V
Реда	$\gamma$ Aql	19 46 15.6	10 36 48	2.72	1.52	0.75	230	K3II
Альтаир	$\alpha$ Aql	19 50 47.0	8 52 06	0.77	0.22	0.14	16	A7V
Садир	$\gamma$ Cyg	20 22 13.7	40 15 24	2.20	0.68	0.34	540	F8Ib
Денеб	$\alpha$ Cyg	20 41 25.9	45 16 49	1.25	0.09	0.10	930	A2Ia
Гинах	$\epsilon$ Cyg	20 46 12.7	33 58 13	2.46	1.03	0.54	80	K0III
Альдерамин	$\alpha$ Cep	21 18 34.8	62 35 08	2.44	0.22	0.11	49	A7V
Эниф	$\epsilon$ Peg	21 44 11.2	9 52 30	2.39	1.53	0.76	820	K2Ib
Денеб Альгиди	$\delta$ Car	21 47 02.4	-16 07 38	2.87	0.29	0.17	50	Am
Фомальгаут	$\alpha$ PsA	22 57 39.1	-29 37 20	1.16	0.09	0.02	23	A3V
Шеат	$\beta$ Peg	23 03 46.5	28 04 58	2.42	1.67	1.32	172	M2.5II-III
Маркаб	$\alpha$ 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 определить свое местонахождение. Видимые координаты звезд ( $\alpha$  и  $\delta$ ) даны на 2013 год через 10 суток. Интерполирование позволяет определить их на любой день года.

	Альферац ( $\alpha$ And) +2.07 <sup>m</sup>		Альдебаран ( $\alpha$ Tau) +0.87 <sup>m</sup>		Ригель ( $\beta$ Ori) +0.18 <sup>m</sup>		Капелла ( $\alpha$ Aur) +0.08 <sup>m</sup>		
Дата	В 0ч всемирного времени								
2013	$\alpha$ 0ч09м	$\delta$ +29°09'	$\alpha$ 4ч36м	$\delta$ +16°32'	$\alpha$ 5ч15м	$\delta$ -8°11'	$\alpha$ 5ч17м	$\delta$ +46°00'	
Янв.	1	04°:638	57°:97	42°:359	02°:11	11°:924	22°:27	42°:325	35°:04
	16	04°:420	56°:34	42°:298	01°:67	11°:889	24°:62	42°:295	37°:01
Февр.	1	04°:200	54°:07	42°:120	01°:14	11°:737	26°:68	42°:092	38°:67
	16	04°:045	51°:57	41°:887	00°:59	11°:518	28°:13	41°:792	39°:64
Март	1	03°:979	49°:46	41°:670	00°:25	11°:302	28°:78	41°:497	40°:09
	16	03°:972	47°:08	41°:398	59°:71	11°:021	29°:15	41°:102	39°:84
Апр.	1	04°:080	45°:02	41°:141	59°:19	10°:736	28°:88	40°:708	38°:84
	16	04°:285	43°:72	40°:958	58°:88	10°:510	27°:99	40°:397	37°:37
Май	1	04°:601	43°:28	40°:871	58°:78	10°:365	26°:55	40°:202	35°:51
	16	04°:989	43°:60	40°:864	58°:89	10°:297	24°:61	40°:107	33°:39
Июнь	1	05°:482	44°:95	40°:982	00°:00	10°:322	22°:08	40°:170	31°:86
	16	05°:979	46°:98	41°:184	00°:11	10°:442	19°:45	40°:354	29°:08
Июль	1	06°:492	49°:74	41°:484	01°:06	10°:660	16°:72	40°:677	27°:26
	16	06°:975	52°:96	41°:843	02°:25	10°:944	13°:98	40°:060	25°:84
Авг.	1	07°:461	56°:86	42°:301	03°:58	11°:331	11°:38	41°:656	24°:71
	16	07°:826	60°:57	42°:751	04°:86	11°:725	09°:31	41°:837	24°:85
Сент.	1	08°:132	64°:52	43°:252	06°:17	12°:181	07°:72	42°:418	24°:32
	16	08°:313	67°:92	43°:698	07°:12	12°:608	07°:01	43°:062	24°:28
Окт.	1	08°:394	70°:87	44°:111	07°:74	13°:015	07°:17	44°:085	25°:27
	16	08°:393	73°:36	44°:497	08°:04	13°:405	08°:16	44°:655	26°:36
Нояб.	1	08°:306	75°:31	44°:848	07°:97	13°:771	10°:08	45°:198	27°:80
	16	08°:181	76°:57	45°:136	07°:65	14°:081	12°:52	45°:662	29°:43
Дек.	1	08°:005	77°:11	45°:348	07°:22	14°:318	15°:25	46°:025	31°:33
	16	07°:817	77°:034	45°:497	06°:76	14°:493	18°:09	46°:200	30°:39
	Бетельгейзе ( $\alpha$ Ori) +0.40 <sup>m</sup>		Сириус ( $\alpha$ CMa) -1.44 <sup>m</sup>		Процион ( $\alpha$ CMi) +0.40 <sup>m</sup>		Поллукс ( $\beta$ Gem) +1.16 <sup>m</sup>		
Дата	В 0ч всемирного времени								
2013	$\alpha$ 5ч45м	$\delta$ +7°24'	$\alpha$ 6ч45м	$\delta$ -16°44'	$\alpha$ 7ч40м	$\delta$ +5°11'	$\alpha$ 7ч46м	$\delta$ +27°59'	
Янв.	1	54°:899	23°:77	45°:525	13°:58	01°:159	16°:86	09°:073	25°:74
	16	54°:910	22°:46	45°:603	17°:14	01°:349	14°:91	09°:302	25°:74
Февр.	1	54°:820	21°:33	45°:524	20°:43	01°:394	13°:30	09°:374	26°:55
	16	54°:669	26°:23	45°:406	22°:96	01°:341	12°:13	09°:328	27°:34
Март	1	54°:459	20°:11	45°:214	24°:47	01°:231	11°:50	09°:218	28°:18
	16	54°:193	19°:76	44°:941	25°:67	01°:025	11°:04	08°:995	29°:02
Апр.	1	53°:908	19°:65	44°:629	26°:12	00°:763	10°:90	08°:705	29°:74
	16	53°:669	19°:86	44°:343	25°:73	00°:505	11°:11	08°:416	30°:23
Май	1	53°:501	20°:33	44°:110	24°:65	00°:281	11°:55	08°:163	30°:42
	16	53°:392	21°:07	43°:924	22°:90	00°:086	12°:26	07°:938	30°:37
Июнь	1	53°:389	22°:16	43°:809	19°:78	59°:934	13°:55	07°:762	30°:02
	16	53°:470	23°:37	43°:807	17°:68	59°:907	14°:28	07°:728	29°:52
Июль	1	53°:650	24°:67	43°:887	14°:78	59°:942	15°:34	07°:764	28°:75
	16	53°:082	26°:02	44°:043	11°:72	00°:043	16°:50	07°:875	27°:93
Авг.	1	54°:256	27°:48	44°:307	08°:78	00°:249	17°:49	08°:108	26°:79
	16	54°:628	28°:65	44°:615	06°:32	00°:500	18°:28	08°:385	25°:72
Сент.	1	55°:073	29°:62	44°:997	04°:33	00°:829	18°:81	08°:765	24°:48
	16	55°:503	30°:08	45°:382	03°:38	01°:178	18°:80	09°:147	23°:31
Окт.	1	55°:925	30°:03	45°:820	03°:27	01°:584	18°:30	09°:602	21°:89
	16	56°:346	29°:45	46°:251	04°:25	02°:007	17°:21	10°:078	20°:46
Нояб.	1	56°:763	28°:29	46°:697	06°:37	02°:465	15°:45	10°:595	18°:95
	16	57°:132	26°:77	47°:102	09°:32	02°:911	13°:27	11°:100	17°:55
Дек.	1	57°:442	25°:13	47°:562	13°:00	03°:326	10°:92	11°:574	16°:46
	16	57°:695	23°:42	47°:750	16°:63	03°:709	08°:43	12°:017	15°:66

	Регул ( $\alpha$ Leo) +1.36 <sup>m</sup>		Спика ( $\alpha$ Vir) +4.78 <sup>m</sup>		Арктур ( $\alpha$ Boo) -0.05 <sup>m</sup>		Антарес ( $\alpha$ Sco) +1.3 <sup>m</sup> +2.4 <sup>m</sup>	
Дата	В 0ч всемирного времени							
2013	$\alpha$ 10ч09м	$\delta$ +11°53'	$\alpha$ 13ч25м	$\delta$ -11°13'	$\alpha$ 14ч16м	$\delta$ +19°06'	$\alpha$ 16ч30м	$\delta$ -26°27'
Янв. 1	05° 511	58" 72	53° 494	44" 64	15° 391	45" 37	12° 222	28" 48
16	05° 885	56" 67	53° 970	47" 41	15° 847	42" 32	12° 646	29" 02
Февр. 1	06° 185	55" 21	54° 470	50" 52	16° 367	39" 59	13° 155	30" 07
16	06° 358	54" 37	54° 885	53" 10	16° 816	38" 10	13° 670	31" 11
Март 1	06° 432	54" 08	55° 198	55" 13	17° 174	37" 47	14° 108	32" 14
16	06° 412	54" 21	55° 478	56" 92	17° 512	37" 80	14° 260	32" 46
Апр. 1	06° 301	54" 74	55° 690	58" 28	17° 788	39" 09	14° 761	33" 51
16	06° 137	55" 54	55° 809	59" 07	17° 965	40" 96	15° 236	34" 48
Май 1	05° 952	56" 38	55° 868	59" 47	18° 074	43" 21	15° 853	35" 80
16	05° 301	57" 38	55° 850	59" 40	18° 097	47" 75	16° 130	36" 44
Июнь 1	05° 487	58" 63	55° 725	58" 73	18° 005	48" 88	16° 325	37" 10
16	05° 653	57" 58	55° 662	58" 39	17° 950	50" 64	16° 462	37" 54
Июль 1	05° 253	59" 71	55° 519	57" 57	17° 802	52" 52	16° 497	37" 88
16	05° 171	00" 16	55° 337	56" 56	17° 603	53" 93	16° 430	38" 13
Авг. 1	05° 161	00" 20	55° 155	55" 49	17° 380	54" 73	16° 296	38" 19
16	05° 204	00" 01	54° 968	54" 41	17° 164	54" 74	16° 078	38" 07
Сент. 1	05° 329	59" 38	54° 809	53" 44	16° 916	54" 19	15° 810	37" 79
16	05° 500	58" 44	54° 707	52" 74	16° 741	52" 96	15° 552	37" 31
Окт. 1	05° 747	57" 00	54° 640	52" 13	16° 580	51" 02	15° 250	36" 48
16	06° 064	55" 11	54° 677	52" 06	16° 518	48" 47	15° 031	35" 59
Нояб. 1	06° 918	52" 66	54° 820	52" 52	16° 552	45" 22	14° 882	34" 56
16	06° 299	49" 91	54° 085	53" 68	16° 714	41" 62	14° 880	33" 73
Дек. 1	07° 396	47" 07	55° 438	55" 44	16° 978	37" 73	14° 990	33" 19
16	07° 899	44" 16	55° 891	57" 86	17° 360	33" 67	15° 250	33" 04

	Вега ( $\alpha$ Lyr) +0.03 <sup>m</sup>		Альтаир ( $\alpha$ Aql) +0.76 <sup>m</sup>		Денеб ( $\alpha$ Cyg) +1.25 <sup>m</sup>		Фомальгаут ( $\alpha$ PsA) +1.17 <sup>m</sup>	
Дата	В 0ч всемирного времени							
2013	$\alpha$ 18ч37м	$\delta$ +38°47'	$\alpha$ 19ч51м	$\delta$ +8°54'	$\alpha$ 20ч41м	$\delta$ +45°19'	$\alpha$ 22ч58м	$\delta$ -29°33'
Янв. 1	21° 615	52" 26	24° 570	19" 63	51° 668	52" 58	22° 016	14" 63
16	21° 795	48" 21	24° 678	17" 62	51° 626	48" 92	21° 901	13" 92
Февр. 1	22° 097	43" 24	24° 848	14" 85	51° 654	43" 66	21° 765	12" 77
16	22° 474	39" 76	25° 097	12" 97	51° 823	39" 39	21° 734	10" 95
Март 1	22° 862	37" 51	25° 377	11" 77	52° 066	36" 15	21° 788	08" 88
16	23° 347	36" 17	25° 738	11" 14	52° 441	33" 27	21° 909	06" 10
Апр. 1	22° 068	36" 25	26° 171	11" 40	52° 937	31" 51	22° 137	02" 73
16	24° 391	37" 62	26° 604	12" 45	53° 464	31" 11	22° 441	00" 64
Май 1	24° 870	40" 18	27° 054	14" 29	54° 028	32" 10	22° 834	04" 14
16	25° 288	43" 69	27° 482	16" 72	54° 593	34" 29	23° 276	07" 45
Июнь 1	25° 670	49" 03	27° 940	20" 28	55° 205	38" 50	23° 872	10" 93
16	25° 904	52" 81	28° 252	22" 92	55° 610	41" 88	24° 309	13" 26
Июль 1	26° 051	57" 58	28° 530	26" 15	55° 987	46" 65	24° 807	15" 28
16	26° 078	62" 13	28° 712	29" 17	56° 245	51" 67	25° 257	16" 51
Авг. 1	25° 995	66" 59	28° 822	32" 20	56° 399	57" 16	25° 680	17" 14
16	25° 800	70" 03	28° 807	34" 51	56° 398	61" 98	25° 970	16" 81
Сент. 1	25° 500	72" 76	28° 703	36" 40	56° 265	66" 57	26° 180	15" 76
16	25° 171	74" 28	28° 534	37" 53	56° 042	69" 94	26° 257	14" 27
Окт. 1	24° 745	74" 96	27° 874	37" 83	55° 685	72" 81	26° 211	12" 05
16	24° 349	74" 50	27° 874	37" 83	55° 296	74" 51	26° 084	09" 82
Нояб. 1	23° 962	72" 92	27° 705	37" 69	54° 855	75" 16	25° 868	07" 49
16	23° 684	70" 44	27° 488	36" 71	54° 468	74" 67	25° 640	05" 72
Дек. 1	23° 497	67" 04	27° 325	35" 17	54° 117	73" 01	25° 395	04" 35
16	23° 440	62" 97	27° 259	33" 27	53° 853	70" 37	25° 182	03" 69

## КРАТНЫЕ ЗВЕЗДЫ: СПЕКТРАЛЬНО-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. Эволюция 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 мы более подробно рассмотрим спектрально-двойные звезды, то есть объекты, показывающие изменение лучевых (радиальных) скоростей  $v_r$ . Под этим термином понимается перемещение звезды к нам и от нас вдоль луча зрения при ее движении вокруг общего для звезды центра масс двойной системы. Тогда можно утверждать, что все двойные звезды являются спектрально-двойными. Однако наблюдать эти перемещения можно в случаях, когда орбита двойной системы не перпендикулярна лучу зрения, и величины скоростей превышают погрешности измерений.

Конечно, ситуация, когда плоскость орбиты перпендикулярна лучу зрения, то есть совпадает с картинной плоскостью (угол наклона плоскости орбиты к картинной плоскости  $i = 0^\circ$ ) мала. Однако при малых углах  $i$  малы и лучевые скорости. Небольшие перемещения звезды по орбите из-за большого периода обращения даже при больших углах наклона  $i$  также показывают малые величины  $v_r$ , зачастую не превышающие погрешностей определений. Понятно, что хорошо изученные спектрально-двойные звезды имеют небольшие периоды обращений и достаточно большие углы наклона  $i$ .

Спектрально-двойные звезды названы по методу их открытия – измерения смещений спектральных линий в спектрах звезд. А смещения линий  $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$  вызваны изменением длин волн линий  $\lambda$  при движении звезд вдоль луча зрения относительно стандартной для данной спектральной линии величины  $\lambda_0$  и связаны с величиной лучевой скорости  $v_r$  формулой Доплера-Физо:

$$\Delta\lambda/\lambda = v_r/c, \quad (1)$$

где  $c$  – скорость света. При  $\Delta\lambda/\lambda > 0.1$  применяют формулу для релятивистского случая.

История исследования спектрально-двойных самая непродолжительная среди двойных звезд. Она напрямую связана с прогрессом в астроспектроскопии, когда в Гарвардской обсерватории в США были проведены масштабные работы по спектральной классификации звезд. При их выполнении были обнаружены смещения спектральных линий, вызванные движением звезд. Первая спектрально-двойная звезда (Мицар,  $\zeta$  UMa) открыта мисс Мори в 1889 году. Затем последовало открытие многих спектрально-двойных звезд, как среди известных двойных, так и неисследованных.

В настоящее время известны кривые лучевых скоростей многих тысяч спектрально-двойных звезд с периодами обращения от 2.5 часов ( $\gamma$  Малой Медведицы) до 15 лет ( $\varepsilon$  Гидры). Среди спектрально-двойных много интересных звезд, которые подчеркивают природу кратности этих объектов. Известная звезда Кастор ( $\alpha$  Близнецов) видна как визуально-двойная с компонента-

ми А и В, имеющая третий компонент С. Но каждый из этих компонентов оказывается спектрально-двойной звездой с периодами обращения у А – 9.2 суток, у В – 2.9 суток, у С – 19 часов.

Подобная картина наблюдается у звезды  $\theta$ Ориона, находящейся в образовании, которое называется “Трапецией” Ориона, где все составляющие ее звезды ( $\theta$ Ориона разделяется на 4 звезды при наблюдении в небольшой телескоп) являются спектрально-двойными общим числом в 8 объектов. Фактически все кратные звезды показывают спектральную двойственность и наличие невидимых глазом компонентов, которые можно выявить фактически только по их периодически меняющимся лучевым скоростям ярких звезд их систем. Таких объектов среди спектрально-двойных звезд более 80%.

Спектрально-двойные звезды делят на два больших класса по фактору видимости в спектре звезды линий одного (первого – более яркого компонента системы), либо спектральных линий двух звезд пары. В первом случае такие звезды обозначают как SB1, во втором случае – SB2. Разница классов только в том, что у объектов SB1 различие в светимостях звезд пары превышает 0.7 звездных величин и в их суммарном спектре спектральные линии слабого компонента пары не видны, а для класса SB2 светимости звезд пары близки и видны спектры обоих компонентов пары.

Так как смещение спектральных линий в спектрах звезд определяются земных наблюдателем, необходимо учитывать вклад движений Земли в эти смещения. Таких вкладов как: 1) годовое движение Земли по орбите вокруг Солнца и 2) суточное вращение Земли вокруг своей оси. Эти смещения дают поправки, которые учитывают скорости орбитального движения и вращения Земли, эклиптические координаты Солнца, Земли, ее перигелия и эксцентриситет ее орбиты, а также экваториальные координаты изучаемой звезды и географическую широту места наблюдений.

Понятно, что к спектрально-двойным относятся все двойные звезды, правда, у визуально-двойных смещения  $\Delta\lambda$  невелики при их медленных перемещениях из-за больших орбитальных периодов. Все двойные звезды с короткими

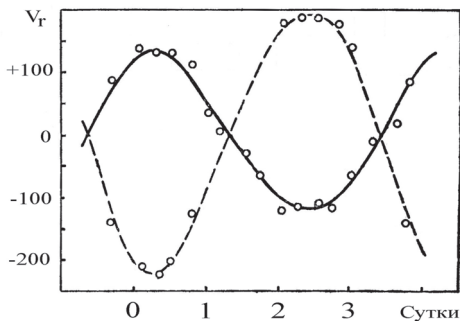


Рис. 1. Кривая лучевых скоростей спектрально-двойной звезды Спика. Сплошная линия – кривая для главной, пунктир – для вторичной звезды пары

периодами и большими углами  $i$  показывают надежную спектральную двойственность. При этом следует заметить, что периодичность во времени в движении звезд двойных систем приводит к тому, что лучевые скорости также дают «периодические» кривые лучевых скоростей, форма которых сильно зависит от расположения и эксцентриситета орбит звезд пары.

На рис.1 показаны типичные для спектрально-двойных звезд кривые лучевых скоростей для класса SB2. Здесь по

оси ординат нанесены лучевые скорости  $v$ , спектрально-двойной звезды  $\alpha$  Девы (Спики), найденные по формуле (1), а по оси абсцисс – время наблюдения  $T$  в сутках, но можно вместо  $T$  давать фазовый угол  $\varphi$ , что удобнее при наблюдениях. Фазовый угол определяется как  $\varphi = (T - T_0) / P - E$ , где  $T_0$  – время начальной эпохи (обычно выражают в юлианских датах),  $P$  – орбитальный период в сутках и  $E$  – число этих периодов.

Для звезд класса SB2 по графику кривых сразу можно сказать, какая звезда главная – у нее амплитуда кривой лучевых скоростей меньше. Это вызвано тем, что более массивная звезда расположена ближе к центру масс двойной системы, чем менее массивная, и движется по орбите меньшего радиуса. Отметим, что орбиты отдельно главной и отдельно вторичной звезд разные, но имеет общий фокус, совпадающий с центром масс двойной системы.

Кривые лучевых скоростей внешне могут сильно отличаться от синусоидального вида, и это зависит от эксцентриситета орбиты и расположения относительно наблюдателя. Рис.2, где показаны графики кривых лучевых скоростей звезд класса SB1, демонстрирует это влияние на кривые лучевых скоростей. На рисунке G – положение центра масс двойной системы.

Отмечу, что кроме расположения и эксцентricности орбит на кривые лучевых скоростей должны влиять и многие другие факторы. Так, движение центра масс двойной системы к нам либо от нас будет приводить к появлению постоянного члена  $\gamma$  – скорости центра масс, вычитание которой их скорости  $v$ , дает нам значение относительной лучевой скорости  $dr/dt$ . Изучение кривых лучевых скоростей и определение характеристик орбит спектрально-двойных звезд происходит с применением кривых, где по ординате наносят именно относительные лучевые скорости  $dr/dt$ , а наблюдаемая лучевая скорость  $v$ ,  $= \gamma + dr/dt$ .

По кривым лучевых скоростей можно определить **шесть** элементов орбиты спектрально-двойной:  $P$  – орбитальный период в сутках,  $\gamma$  – лучевая скорость движения центра масс системы (положительная – от нас, отрицательная – к нам) в км/с,  $e$  – эксцентриситет орбиты,  $\omega$  – долгота периастро

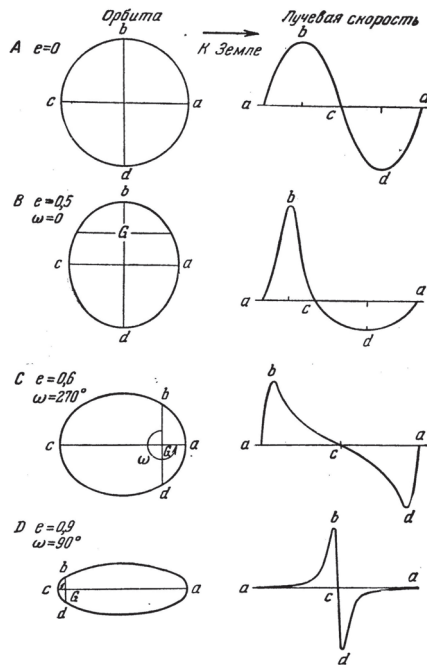


Рис. 2. Вид кривых лучевых скоростей при различных расположениях и формах орбит



(угол между линией узлов, лежащей в картинной плоскости, и направлением на периастр), измеряемая от 0 до  $360^\circ$ ,  $T_{\text{пер}}$  – время прохождения через периастрий, а также величина большой полуоси орбиты  $a$  и угла наклонения орбиты  $i$  в виде совмещенного множителя  $asin i$ .

Для спектрально-двойных класса SB2, дающего отдельные кривые лучевых скоростей для каждой из звезд пары, элементы орбит определяются отдельно по каждой из кривых. Некоторые элементы должны быть одинаковыми, например, орбитальный период  $P$ , скорость движения центра масс  $\gamma$  и наклонение орбиты  $i$ , что позволяет разделить элемент  $asin i$  и определить большие полуоси орбит каждой из звезд пары  $a_1$  и  $a_2$ . Для звезд класса SB1, показывающих кривую лучевых скоростей только для яркого компонента спектрально-двойной звезды, элемент  $asin i$  не разделяется.

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

$$M_1 + M_2 = a^3/P^2, \quad (2)$$

где массы даны в массах Солнца,  $a$  – в а.е., а период в годах. Для спектрально-двойных, где  $P$  исчисляется в сутках, а  $a$  – в км, формула дополняется коэффициентом перевода.

Для звезд спектрально-двойной пары класса SB2 массы также можно разделить, так как  $M_1/M_2 = a_2/a_1$ . А для звезд класса SB1 ни элементы  $a_1$  и  $a_2$ , ни массы звезд  $M_1$  и  $M_2$  точно разделить невозможно. Для этого класса определяется функция масс  $f(M)$ , которая показывает нижний предел массы более слабого компонента спектрально-двойной звезды. Правда, зная по наблюдаемому спектру светимость яркой звезды пары, по соотношению "масса-светимость", можно узнать ее массу, и, следовательно, по (2) и массу слабой звезды. Но это уже будет не точное, а приближенное определение.

Другим фактором, искажающим кривые лучевых скоростей и заметно затрудняющим определение характеристик орбиты и масс звезд, является движе-

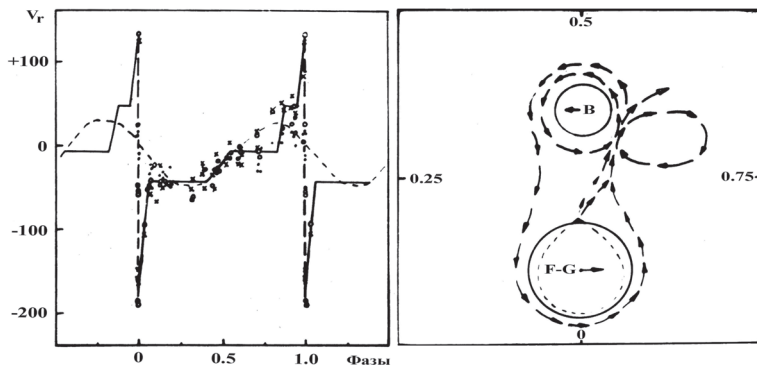


Рис. 3. Кривая лучевых скоростей и схема-модель газовых потоков у спектрально-двойной (затменно-двойной) RZ Цента



ние газовых масс в системах двойных звезд. Особенно ярко эти видно на примерах взаимодействующих тесных двойных звезд, находящихся на стадиях обмена веществом и истечения его в межзвездное пространство. Газовые массы создают в двойных системах движущиеся потоки вещества, газовые кольца, оболочки, включая общую оболочку, и все эти образования вносят свой разнообразный вклад в палитру движений в двойной системе.

Так, рис.3 иллюстрирует вид кривой лучевых скоростей для спектрально-двойной (и затменно-двойной) звезды RZ Щита по данным Хансена и МакНамары (1958) и схему движения потоков газа. На рисунке коротким пунктиром обозначено, как должна выглядеть кривая лучевых скоростей главной звезды системы, неискаженная потоками газа, длинный пунктир (середина главного затмения) связывает резкие пики на кривых, показывающие значения скорости вращения яркой звезды, слева еще не закрытой затмением (удаляющейся) части диска, справа – уже открытой части диска звезды.

Вычисление элементов орбиты выполняется по видимой кривой лучевых скоростей графически методом Леман-Фильеса, предложенным в 1895 году в Пулковской обсерватории. Уточнение элементов орбит возможно аналитическими методами. После первых применений электронно-вычислительных машин появился метод определения элементов орбит, предложенный Ирвином. В настоящее время определять элементы орбит спектрально-двойных звезд можно прямыми методами моделирования кривых лучевых скоростей с помощью персональных компьютеров.

Определение элементов орбит спектрально-двойных звезд и последующее прямое и точное определение масс звезд сделало революцию в исследовании этих объектов. 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 развитие звезды – ее жизнь и смерть. Остальные главные параметры звезды (радиус и светимость) – результат ее эволюции.

*Таблица ярких спектрально-двойных звезд*

Имя звезды	Название звезды	$\alpha$ (2000.0)	$\delta$	V	Спектр	Период в сутках
Сиррах	$\alpha$ And	00 08. 4	+29 05.4	2.06	B8 IV	96.7
Шератан	$\beta$ Ari	01 54.6	+20 48.5	2.64	A5 V	107.0
Алголь	$\beta$ Per	03 08.2	+40 57.3	2.12	B8 V	2.87
Ригель	$\beta$ Ori	05 14.5	-08 12.1	0.12	B8 I	9.9
Менкаб	$\beta$ Aur	05 59.5	+44 56.8	1.90	A2 IV	3.96
Кастор	$\alpha$ Gem	07 34.6	+31 53.3	1.98	A1 V	в тексте
Мицар	$\zeta$ Uma	12 23.9	+54 55.5	2.27	A1 V	20.5
Спика	$\alpha$ Vir	13 25.2	-11 09.7	0.98	B1 III	4.01
Гемма	$\alpha$ CrB	15 34.7	+26 48.9	2.23	A0 V	17.36
Гинах	$\epsilon$ Cyg	20 46.2	+33 58.2	2.46	K0 III	?

## ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ (Промежуточные полярны)

Переменные звезды отличаются большим разнообразием. Количество типов переменности, согласно официальному "Общему каталогу переменных звезд" (ОКПЗ) составляет 72. Различные амплитуды от тысячных долей до десятка звездных величин, различные характерные времена от сотых долей секунды до столетий, а теоретически даже до миллионов лет... Температуры излучающих областей находятся также в очень широком диапазоне от сотен градусов до сотен миллионов градусов (отдельный обзор опубликован в журнале "Небосвод" за декабрь 2011 года).

Среди всего этого разнообразия выделяется группа так называемых промежуточных полярных (intermediate polar). Первая звезда этого типа DQ Геркулеса (DQ Her) была первоначально открыта, как Новая, вспыхнувшая 12 декабря 1934 года. Однако, впоследствии она привлекла внимание наблюдателей тем, что является тесной двойной системой, состоящей из сравнительно холодного красного карлика ("спутника"), и более массивного и компактного белого карлика, который своей гравитацией "срывает" внешние слои атмосферы спутника, что образует аккреционный поток, а ближе к белому карлику, аккреционный диск. Орбитальный период DQ Геркулеса составляет всего лишь 4 часа 39 минут. Такие системы называют катаклизмическими. Среди катаклизмических, DQ Геркулеса выделяется наиболее короткими из известных (если не считать пульсаров) быстрыми периодическими изменениями, которые составляют всего лишь 71 секунду. Такую стабильность "звездных часов" может обеспечить только вращение белого карлика с магнитным полем, достаточно сильным для того, чтобы разрушить внутренние части аккреционного диска и образовать из падающей плазмы яркие "аккреционные колонны". При вращении белого карлика изменяются условия видимости колонн и наблюдаются колебания блеска – с периодом вращения, если видна только одна колонна, а другая скрыта от наблюдателя диском и звездой, и с половиной периода вращения, если обе колонны находятся вблизи орбитальной плоскости, и попеременно видны наблюдателю.

Промежуточные полярны являются одними из наиболее ярких источников рентгеновского излучения, поскольку плазма разгоняется притяжением белого карлика до скорости в тысячи километров в секунду, а потом, сталкиваясь с уже затормозившим веществом, разогревается до сотни миллионов градусов и образует ударную волну. Следует отметить, что в "классических полярных" (или звездах типа AM Геркулеса) периоды вращения и обращения белого карлика равны из-за большего влияния магнитного поля на аккрецию. Поэтому белый карлик ориентирован по отношению к красному карлику одной стороной, хотя возможны возбуждения автоколебаний ориентации (наподобие либраций Луны). Есть также сравнительно малочисленная группа "асинхронных полярных" (звезд типа VY Жирафа), состоящая всего лишь из 4 объектов – VY Cam, V1500 Cyg, V1432 Aql, CD Ind, в которой периоды различаются всего лишь на несколько процентов (находятся в интервале от 3 до 4 часов), и белый карлик как бы "прокручивается" относительно красного за несколько недель, "подставляя" для аккреции попеременно разные магнитные полюса.

"Немагнитными" катаклизмическими переменными называют системы, в которых отсутствует переменность с периодом, равным периоду вращения белого карлика, то есть влияние магнитного поля не проявляется в наблюдениях.

С теоретической точки зрения, магнитное поле отсутствовать полностью не может. Однако, оно может проявляться в области размером порядка процента радиуса белого карлика, и внутренние области диска все же разрушаются. Примером "слабомагнитной" системы является DO Дракона (ошибочно и упорно называемая некоторыми исследователями YY Dra), у которой нами недавно были открыты "временные периодические осцилляции" (Transient Periodic Oscillations).

Промежуточные поляры являются "промежуточными" между "экстремально магнитными" классическими полярами и "немагнитными" катаклизмическими по основному признаку (отношению периода вращения белого карлика к орбитальному периоду) и ряду других характеристик. Более "узкий" диапазон – между асинхронными полярами (BY Cam) и магнитными карликовыми новыми (DO Dra).

Схематическое строение "немагнитных" катаклизмических переменных (слева), промежуточных полярков (в середине) и классических полярков (справа) дано на рис. 1. Рисунки подготовлены Л.Л.Чинаровой.

В оптическом диапазоне все магнитные катаклизмические переменные (классические, асинхронные и описываемые в очерке промежуточные поляры) сравнительно слабые, расстояния до них превышают сотни световых лет, и в былые времена могли быть доступны для наблюдений только профессионалами. В предположении, что звезды расположены в пространстве приблизительно однородно, можно ожидать, что, с увеличением предельной звездной величины на единицу в арифметической прогрессии, число доступных для наблюдения звезд увеличивается в геометрической прогрессии в 4 раза. Это же относится и к промежуточным полярам. Однако, лишь самые яркие объекты достигают 14-15 звездной величины.

Каковы же источники переменности промежуточных полярков? В "немагнитных" катаклизмических переменных переменность связана с орбитальным движением системы, иногда прецессией аккреционного диска, возникающими в нем квазипериодическими осцилляциями, а также аperiodической переменностью типа "дробовой шум", вызванной неоднородностью аккреционного потока и выделением энергии в виде множества накладывающихся друг на друга вспышек. В промежуточных полярах прецессия диска обычно не наблюдается, но зато добавляется еще и периодическая переменность, связанная с вращением белого карлика.

Как уже отмечалось выше, в зависимости от наклона аккреционных колонн к орбитальной плоскости, может наблюдаться сигнал с частотой  $\omega = 1/P_{\text{spin}}$  (доминирует одна колонна) или  $2\omega$  (две сравнимые по видимому блеску колонны). Частоту орбитальных изменений обозначим  $\Omega = 1/P_{\text{orb}}$ . Кроме этого, часто наблюдаются еще волны с частотами  $1/P = \omega \pm \Omega$ ,  $2\omega \pm \Omega$ , в общем случае,



Рис. 1. Схематическая модель основных типов катаклизмических двойных звезд

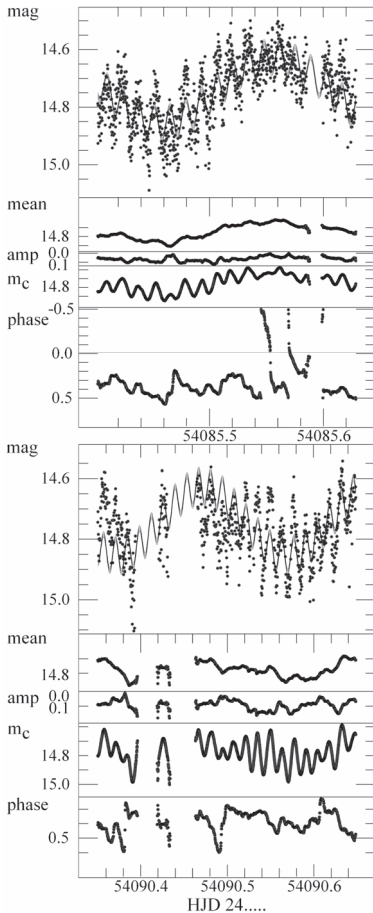


Рис. 2. Кривые блеска MU Жирафа и их аппроксимации: (вверху) двухкомпонентная (с периодами вращения белого карлика и орбитального движения) и (внизу) параметры аппроксимации методом "скользящего синуса": "усредненный за короткий период блеск"  $m_0$ , полу-амплитуда  $r_1$  ("amp") и фаза  $\phi$  ("phase") максимума вращения. В отличие от двух-периодной модели, где среднее, амплитуда и фаза предполагаются по модели постоянными, аппроксимация "скользящим синусом" показывает существенную переменность всех трех параметров (по статье Л.Л. Чинаровой, опубликованной в журнале "Odessa Astronomical Publications, v. 23, 2010).

$1/P = i\omega + j\Omega$ , где  $i, j$  – обычно небольшие целые числа. Математически это объясняется тем, что несинусоидальный сигнал с основной частотой  $\omega$  дает несколько "гармоник" с частотами  $i\omega$ . Однако, с частотой  $\Omega$  и ее гармоник  $j\Omega$  модулируется основной сигнал. Физически это означает, что поток вещества меняется в зависимости от угла поворота белого карлика относительно красного, но, при повороте, меняются и условия видимости наблюдателем. Кроме того, излучение горячих областей вблизи основания аккреционных колонн нагревает как аккреционный поток, так и красный карлик.

Однако, основными по амплитуде являются два типа переменности – орбитальный и связанный с вращением белого карлика. Пример таких колебаний для звезды MU Жирафа показан на рис. 2. Следует отметить, что физическая интерпретация одних и тех же наблюдений зависит от математической модели, использованной для сглаживания. При исследовании изменений характеристик отдельных колебаний (среднего за период, амплитуды и фазы) целесообразно использовать метод "скользящих синусоид" с коротким периодом  $P_{\text{spin}}$ . С другой стороны, если наблюдений недостаточно, то тогда основным является определение средних за ночь значений амплитуд и фаз короткой (вращение белого карлика) и длинной (орбитальное движение) волн на кривой блеска. По-видимому, именно последний режим и будет оптимальным для наблюдений с небольшими телескопами, для которых наибольший интерес представляют изменения периода.

Теоретически изменения периода могут быть связаны с изменениями потока вещества от красного карлика, которые наблюдаются практически у всех систем, а также изменениями магнитного поля белого карлика. У многих систем наблюдаются либо уменьшение периода, либо его увеличение. Впрочем, некоторые звезды даже за два-три десятилетия их исследований показывают, что ускорение вращения белого карлика сменяется замедлением или наоборот. Поэтому максимумы блеска (или минимумы) наблюдаются не тогда, когда они должны были бы быть по рассчитанной эфемериде, а раньше или позже нее. Такие отклонения (разность наблюдаемого момента времени и вычисленного) называются "О-С" и позволяют проводить исследования изменений периода значительно точнее, чем определения периода по короткому ряду с очень низкой точностью.

И здесь важно иметь достаточно регулярные наблюдения, чтобы правильно определить нумерацию циклов (количество полных периодов изменения блеска от начальной эпохи  $T(0)$  до очередного момента времени). В самом деле, если вычисленный момент времени  $T(E) = T(0) + P * E$  (он же сокращенно обозначается "С" в "О-С"), то разность О-С зависит и от правильности номера цикла  $E$ . Бытовое сравнение: если трамвай пришел в 13.05, то это может быть и 5 минут после 13.00 сегодня, или 24 часа 5 минут после 13.00 вчера. В промежуточных полярных периоды вращения малы, поэтому даже за сутки происходит много полных оборотов. Например, в сутках 1440 минут, то есть белый карлик с периодом 14.4 минуты за сутки обернется 100 раз. Но ведь период не обязательно равен такому "красивому" числу. Может быть, не 100, а 101 или 102 оборота – но мы же не наблюдаем днем, и поэтому трудно отличить, какое точно количество циклов прошло за сутки. А за год? В 365 раз больше, около 36.5 тысяч, и это основная проблема – не ошибиться на одну или несколько единиц номеров цикла. Тем более, что период за это время мог немного измениться. Когда же интервалы между наблюдениями достигают нескольких лет, то скорее, трудно не ошибиться в нумерации циклов.

Как мы уже упоминали, для некоторых промежуточных полярных наблюдений ведутся разными любителями достаточно регулярно. Однако, будучи недоступными для других исследователей, они не позволяют проводить полное исследование объекта. Поэтому очень важно не только отнаблюдать, но и опубликовать свои данные в удобном для астрономического сообщества виде.

В статье "Переменные звезды" ("Небосвод", декабрь 2011) были рассмотрены основные журналы, публикующие результаты любительских наблюдений – "Open European Journal on Variable Stars" (<http://var.astro.cz/oejv/>), "Переменные звезды" (<http://www.astronet.ru/db/varstars/>) и другие, а также правила их оформления. Обсуждать программы наблюдений со мной можно и на блоге <http://realsky.ru/community/uavso>.

Большинство наблюдений на малых телескопах слабых объектов проводится без фильтра, чтобы зарегистрировать как можно больше фотонов. По видимому, это и следует рекомендовать. Хотя, если есть возможность, то лучше было бы проводить наблюдения с фильтром –  $R$  или  $V$ , что уменьшит влияние поглощения и покраснения света в земной атмосфере, разного для исследуемой звезды и звезд сравнения (а они имеют часто показатель цвета, существенно отличающийся от характерного для объекта наблюдений). Для еще больших телескопов и соответственно меньшей экспозиции мы обычно используем чередующиеся фильтры ... $VRVVRV$ ...

Поскольку основным является определение моментов времени максимумов блеска, то очень важно правильно выставить на компьютере время, используя интернет-синхронизацию или хотя бы проверку времени по интернет-часам

(например, киевское время показывают на сайте <http://skolko.in.ua>). Несколько секунд не критичны, поскольку время экспозиции обычно превышает пол-минуты, но лучше бы обеспечить точность до секунды. Продолжительность экспозиции не должна превышать четверти периода вращения белого карлика  $P_{\text{spin}}$  (а лучше еще меньше). Конечно, с увеличением экспозиции, сначала улучшается точность наблюдений. Но при этом увеличиваются систематические отклонения сглаживающей кривой от наблюдаемой, и колебания на сглаживающей кривой будут уменьшаться (а именно их мы и планируем исследовать).

Использовать звезды сравнения рекомендуют такие, которые близки к исследуемой по блеску и особенно по показателю цвета. Можно также рекомендовать использовать несколько звезд сравнения (см. описание программы MCV – <http://uavso.pochta.ru/mcv>). Для многих промежуточных полярных директор американской ассоциации наблюдателей переменных звезд Arne Henden провел калибровку блеска близлежащих звезд в разных фильтрах. Файлы с характеристиками этих звезд доступны по адресу <ftp://ftp.aavso.org/public/calib>.

Исходя из принципа наибольшего блеска и доступности в северном полушарии, для наблюдений мы предлагаем следующий список (табл. 1.):

Таблица 1

Звезда	Прямое восхождение	Склонение	Периоды длинный (орбитальный), короткий (вращения)
V405 Aur	05 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> 59.27 <sup>s</sup>	+53 <sup>d</sup> 53 <sup>m</sup> 45.1 <sup>s</sup>	4.2 часа, 9.1 минуты
MU Cam	06 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 16.23 <sup>s</sup>	+73 <sup>d</sup> 34 <sup>m</sup> 38.9 <sup>s</sup>	4.7 часа, 19.8 минуты
BG CMi	07 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 29.04 <sup>s</sup>	+09 <sup>d</sup> 56 <sup>m</sup> 21.8 <sup>s</sup>	3.2 часа, 15.2 минуты
PQ Gem	07 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 17.33 <sup>s</sup>	+14 <sup>d</sup> 44 <sup>m</sup> 23.9 <sup>s</sup>	5.2 часа, 13.9 минуты
FO Aqr	22 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> 55.49 <sup>s</sup>	-08 <sup>d</sup> 21 <sup>m</sup> 05.4 <sup>s</sup>	4.9 часа, 20.9 минуты
AO Psc	22 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 17.99 <sup>s</sup>	-03 <sup>d</sup> 10 <sup>m</sup> 40.0 <sup>s</sup>	3.6 часа, 13.4 минуты

Карточки окрестностей и другая информация доступны на сайте <http://asd.gsfc.nasa.gov/Koji.Mukai/iphome/iphome.html>. Кроме того, изображения окрестностей любых координат с размером поля зрения до 40' доступны по адресу <http://eso.org/dss>. При этом указанная переменная звезда или координаты будут находиться точно в центре.

Отметим, что вблизи северной (незаходящей в наших широтах) звезды MU Cam (Рис. 3) находится более яркая (и достаточно интересная) новая затменная переменная GSC 04370-0026, поэтому, если поле зрения Вашего телескопа достаточно большое, желательно наводиться так, чтобы в поле зрения попали обе звезды. Для этих звезд показаны кривые блеска и некоторые результаты анализа рядов наблюдений. Звезды сравнения и их звездные величины даны ниже в табл. 2.

Катаклизмические переменные звезды наблюдались в ряде международных кооперативных программ:

- проект WET (Whole Earth Telescope = всемирный телескоп, <http://bullwinkle.as.utexas.edu/>). Основное направление исследований по этой программе – малоамплитудные многопериодические пульсирующие переменные – звезды типа  $\delta$  Щита и пульсирующие белые карлики, в том числе входящие в состав двойных систем;

- проект CBA (Center for Backyard Astrophysics = центр астрофизики заднего двора), организованный профессором Джоном Паттерсоном (Joe Patterson, США). На интернет-сайте <http://cbastro.org> приведен список исследуемых объектов;

Таблица 2

Звезда	Обозначение	V	R	V-R
C1	N2101313460(gsc2.2)	15.292	14.654	0.638
C2	GSC 04370-00234	13.461	12.732	0.729
C3	GSC 04370-00210	13.920	13.289	0.631
C5	GSC 04370-01007	14.559	13.951	0.608
C6	GSC 04370-00988	14.723	14.075	0.649
C7	GSC 04370-01048	14.966	14.009	0.957
EW	GSC 04370-00206			

– VSNET (Variable Stars Net, сеть для переменных звезд) под руководством профессора Тичи Като (Taichi Kato, Япония, <http://www.kusastro.kyoto-u.ac.jp/vsnet/>). Они рассылают электронные циркуляры по 74 темам. Однако, основное направление исследований связано с наблюдениями положительных сверхгорбов в карликовых новых звездах типа SU Большой Медведицы;

– проект "Inter-Longitude Astronomy" (ILA, "Междолготная астрономия"). В ней в разное время принимали участие астрономы 12 стран. Некоторые результаты находятся по адресу [http://oap23.pochta.ru/c/OAP23\\_008\\_Andronov.pdf](http://oap23.pochta.ru/c/OAP23_008_Andronov.pdf).

Обзор катаклизмических переменных приведен, например, в книге: Л.Л. Чинарова "Двойные звезды и их эволюция" (<http://chinarova.pochta.ru>). Классический обзор свойств именно промежуточных полярных, или звезд типа DQ Her, приведен в статье <http://adsabs.harvard.edu/abs/1994PASP..106..209P>.

Наиболее полный каталог промежуточных полярных приведен на <http://asd.gsfc.nasa.gov/Koji.Mukai/iphome/catalog/alpha.html> и содержит 92 поляра, а также 32 объекта, которые были заподозрены в принадлежности к этому классу, но впоследствии не получили подтверждения.

Открытые международные базы данных ассоциаций наблюдателей переменных звезд таковы: французская (AFOEV, <http://cdsarc.u-strasbg.fr/afoev/afoev/afoev.htx>), японская (VSOLJ, <http://vsolj.cetus-net.org/>), американская (AAVSO, <http://aavso.org>).

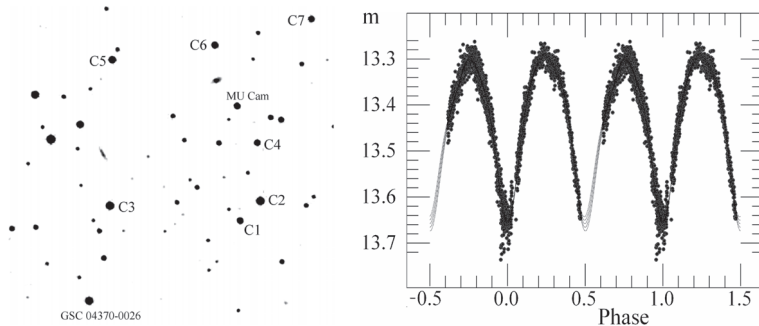


Рис. 3. Карта окрестностей (слева, размер 6'x6') и блеск звезд сравнения в фотометрических системах V и R для промежуточного поляра MU Cam=1 RSX J062518.2+734333 и новой затменной переменной GSC 04370-00206 типа EW, а также ее фазовая кривая блеска GSC 04370-00206 и статистически оптимальная аппроксимация тригонометрическим полиномом 6 порядка с коридорами ошибок  $\pm 1\sigma$  и  $\pm 2\sigma$  (справа).



## НАША ГАЛАКТИКА

Большая часть звезд в нашей Галактике образует диск, который мы видим как яркую светящуюся клочковатую полосу, опоясывающую небо, название которой мы знаем с детства – Млечный Путь. 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 структура и эволюция до настоящего времени все еще 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.

Наблюдательное подтверждение этому было получено к концу XVIII 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. Звездная система – 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  $-30^{\circ}$ ”. Заметим, что современные значения его координат равны 17 час 42 мин и  $-29^{\circ}$  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 следовал 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 XX века, американский астроном Эдвин Хаббл определил расстояние до Туманности Андромеды по установленной Генриеттой Ливит зависимости “период-светимость” для звезд-цефеид, которые он обнаружил на снимках Туманности Андромеды. Хаббл оценил это расстояние в 900 тысяч световых лет. После этого стало ясно, что спиральные туманности – это гигантские звезд-



ные 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 Бертила 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 XX 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, Лебеда 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 100 тыс. световых лет) и толщиной в 3 тыс. световых лет. Она содержит около  $3 \times 10^{11}$  звезд, а её общая масса с учетом протяженного гало составляет около  $6 \times 10^{11}$  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 слабосветящуюся 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 ( $50 \times 30$  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 перемычки (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 XIX 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  $43^\circ$  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).

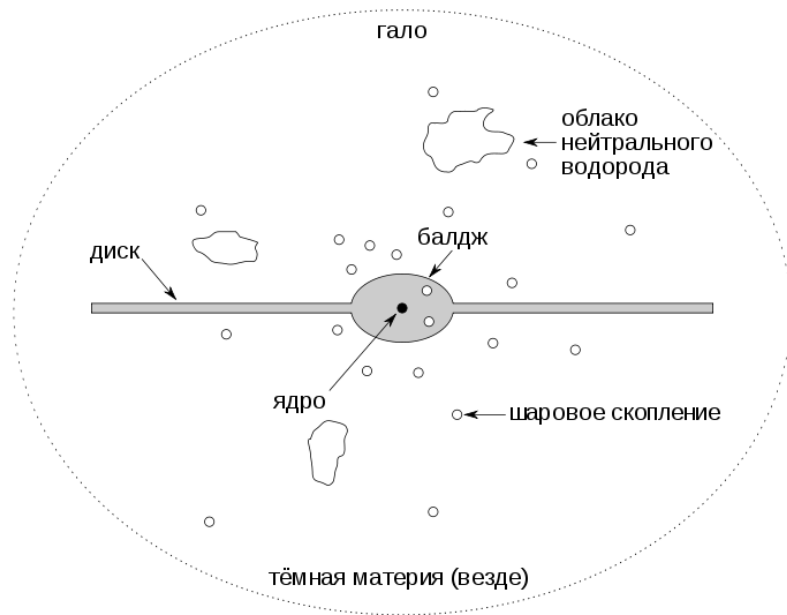


Рис. 1. Схематическое изображение составляющих нашей Галактики

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 O-B, 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, потока, 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 проносящиеся сквозь внешние области Галактики. Их скорости превышают орбитальное движение до 400 км/с. 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 подробнее поговорим о балдже и центре Галактики. Центральная часть диска представлена выпуклостью, утолщением, называемом балджем. Мы знаем, что галактический центр находится на расстоянии 7.8 кпк от нашей Солнечной системы, в направлении созвездия Стрельца. Его экваториальные координаты на эпоху J2000.0: прямое восхождение  $\alpha=17^h45^m$ , склонение  $\delta=-29^{\circ}00'.5$ . В галактической плоскости сосредоточено большое количество межзвёздной пыли, благодаря которой свет, идущий от галактического центра, ослабляется на 30 звёздных величин. Поэтому центр невидим в оптическом

диапазоне спектра, или почти невидим. Направив телескоп на галактический центр, мы все таки можем "заглянуть" в замочную скважину, так называемое Окно Бааде, просвет в галактической пыли, который открывает нашему взору многочисленные далёкие звезды, и при помощи оптических телескопов мы можем исследовать эту небольшую часть балджа Галактики.

Удалось узнать, что звезды балджа не составляют однородную структуру. Они различаются по возрасту, заметная их часть имеет избытки содержаний металлов по отношению к содержанию на Солнце, но имеются также звезды и с низкими значениями содержаний химических элементов. Но знания непосредственно о галактическом центре, были получены по наблюдениям в радиодиапазоне, а также в диапазонах красных, рентгеновских и гамма-лучей. Большой вклад в исследование внесли космические миссии на гамма-обсерватории "Комптон" (1991-2000, 20 кэВ-30 ГэВ), рентгеновской обсерватории "Чандра" (1999, 100 эВ-10 кэВ), космическом телескопе "Хаббл" (1990, 100-2100 нм), инфракрасном телескопе "Спитцер" (2003, 3-180 мкм).

Исследования около 28 тыс. звезд балджа наземным Австралийским телескопом в ближней инфракрасной области спектра показало, что балдж имеет форму эллипсоида вращения и является составной системой. Большая ось эллипсоида лежит в галактической плоскости, малая – расположена вдоль оси вращения Галактики. Вдоль малой оси обнаружен градиент металличности  $[Fe/H]$ , то есть, содержание металлов в звездах увеличивается по направлению к центру, а звезды по металлич-



Рис.2. Лазерный луч, направленный из одного из телескопов Южной Европейской Обсерватории (ESO) на центр Галактики. Фото сделано Юрием Белецким, сотрудником ESO, выпускником Одесского национального университета им. И.И.Мечникова.

ности распадаются на две группы, с  $[Fe/H]$  от  $-2.6$  до  $0.6$  и от  $-0.5$  до  $0$ . В центре балджа имеются также две утолщения в виде баров (бар и Длинный бар), расположенные под разными углами, первый между  $15$  и  $30$  градусами, второй –  $43$  градуса. Есть также предположения, что эти два бара являются частью одной структуры.

На радиоизображении области вблизи центра Галактики наблюдаются два радиоисточника: SgrA (W) и SgrA (E) – Стрелец А (западный) и Стрелец А (восточный). Западный сверхкомпактный источник совпадает с динамическим центром Галактики, восточный – протяжённый, находится, по-видимому, за центром. Источник SgrA(E) является остатком вспышки сверхновой, так как имеет оболочечную структуру, и спектр его излучения синхротронный. Западный источник окружён газопылевым кольцом (рис.3).

Эволюционно ядра галактик рассматриваются как центры конденсаций галактик и первоначального звездообразования. Там должно быть много старых звёзд, возраст которых сопоставим с возрастом Галактики. На последующих этапах эволюции ядра галактик захватывают отдельные звёзды, шаровые звёздные скопления и газопылевые облака, чьи орбиты проходят около ядра. Огромные скопления газа и пыли в ядре приводят к бурному развитию там процессов звездообразования на протяжении всей эволюции. Действительно, в ядре Галактики наблюдаются газопылевые облака и идут процессы звездообразования.

В самом центре ядра возможно существование сверхмассивной чёрной дыры массой  $10^6$  солнечной и сверхкомпактного звёздного скопления той же массы. Звёзды около чёрной дыры под действием приливных сил должны разрываться и образовывать сильно излучающую газовую оболочку, постепенно поглощаемую дырой. Наконец, в окружающем чёрную дыру газе должны происходить процессы ускорения частиц до релятивистских энергий. Действительно, в области "центрального парсека" наблюдается источник синхротронного радиоизлучения, а также излучения в рентгеновском и гамма-диапазонах. Однако, полной уверенности в существовании чёрной дыры в сердце Галактики не было.

И вот, после 16 лет регулярного мониторинга области галактического центра с телескопами Южной Европейской Обсерватории (ESO) на обсерваториях Ла Силья и Параналь, международной исследовательской группой Института Макса Планка (Жиллисен и др.), наконец, получено решающее доказательство. Астрономам удалось с беспрецедентной точностью установить ор-

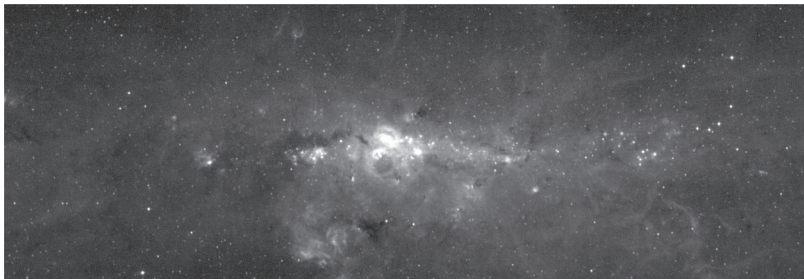


Рис.3 Центр Галактики

битальные движения отдельных звезд вокруг центра Галактики. Траектории движения этих звезд убедительно показали, что звезды должны двигаться по орбитам под действием колоссального гравитационного притяжения сверхмассивной черной дыры, почти в три миллиона раз более массивной, чем наше Солнце. Поскольку в центре Млечного Пути очень высокая плотность звезд, для увеличения разрешающей способности Очень Большого Телескопа (VLT) потребовались специальные адаптивно-оптические методы получения изображений. Наблюдения с VLT также выявили вспышки ИК излучения, исходящие из области галактического центра через равные промежутки времени. Хотя точная причина этого явления остается непонятой, наблюдатели предположили, что черная дыра может быстро вращаться (рис. 4).

Еще одной загадкой, связанной с центром Галактики, являются два гигантских пузыря (их диаметр составляет около 25 тыс. световых лет), зарегистрированные при помощи телескопа "Ферми", заполненные рентгеновским излучением. Оказалось, что они симметрично расположены сверху и снизу галактического диска, соприкасаясь с ним в центральной точке. Было выдвинуто предположение, что примерно раз в тысячу лет силы гравитация Стрельца А "захватывают" одну из ближайших звезд. В итоге часть звездной материи падает на черную дыру, а часть выбрасывает в космическое пространство в виде протонов, разогнанных до колоссальных скоростей. Эти протоны, проходя через газо-пылевое облако вокруг черной дыры, вызывают потоки высокоэнергетичных электронов, которые, в процессе движения испускают фотоны в радио- и рентгеновском диапазонах.

Эта теория объясняет избыток высокоэнергетического космического излучения,

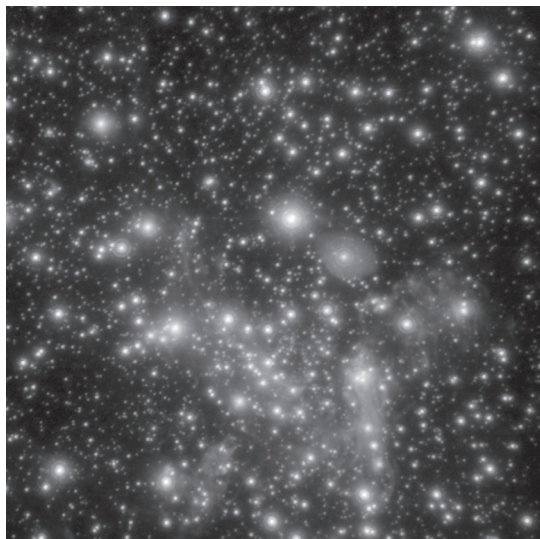


Рис. 4 Звезды в самом центре Галактики, для некоторых из них удалось выявить орбитальные движения.

который наблюдается в центре Галактики, а также тот факт, что границы вышеупомянутых пузырей имеют резкие очертания. Однако, исследователи также полагают, что "аномалии" в центре Млечного Пути могут быть итогом столкновения нашей Галактики с другой, карликовой, в центре которой находилась черная дыра массой порядка 10 тыс. солнечных. Она была притянута силами гравитации черной дыры Галактики, и падение огромных масс вещества способствовало выбросам энергии, которые и привели к образованию "гамма-пузырей".



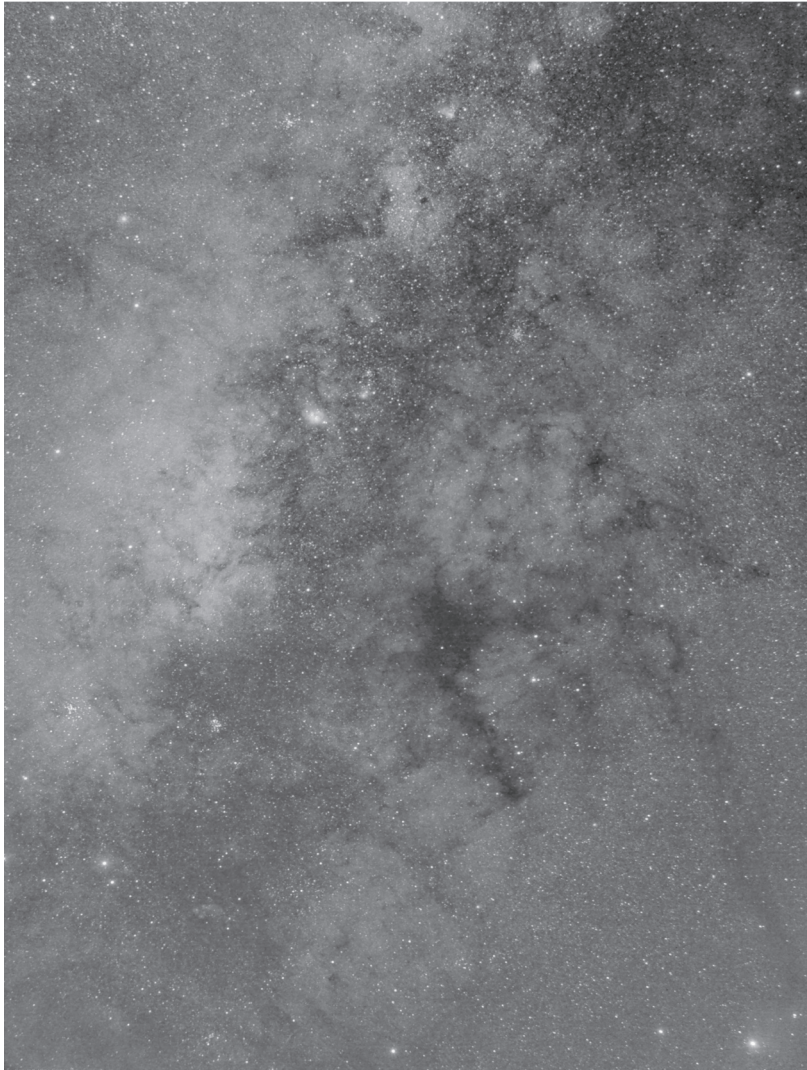


Рис. 5. Участок Млечного Пути в направлении созвездия Стрельца

**Любителям астрономии.** Небо в направлении на центр нашей Галактики полно различных причудливых космических чудес. Многие из них вы можете разглядеть, вооружившись обычным биноклем или небольшим телескопом и взяв карту звездного неба с нанесенными объектами из каталога Шарля Мессье. Возле центральной части Млечного Пути находятся созвездия Стрельца, Весов, Скорпиона, Щита и Змееносца. Вы можете найти здесь туманности из каталога Мессье: М8, М16, М20, а также туманности "Трубка" и "Кошачья лапа". Видны некоторые рассеянные звездные скопления: М6, М7, М21, М23, М24 и М25. Вместе с ними можно заметить шаровое звездное скопление М22. "Щель" в слое галактической пыли открывает вашему зрению многочисленные далёкие звезды. Эта область называется Окно Бааде. Она находится между объектами М7 и М8 (рис. 5).

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 звезд в Галактике	Не менее 200 млрд.
Общая масса звезд различных типов	$6 \times 10^{11}$ масс Солнца
Звездная плотность	
в ядре Галактики	$12 \times 10^6$ звезд на $1 \text{ пк}^3$
в околосолнечной области Галактики (на расстоянии 10 кпк от центра Галактики)	1 звезда на $8 \text{ пк}^3$
на расстоянии 15 кпк от центра Галактики	1 звезда на $1000 \text{ пк}^3$
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



## МИР ЗА ПРЕДЕЛАМИ ГАЛАКТИКИ

Внегалактическая астрономия родилась немного более века назад, когда были найдены расстояния до нескольких объектов, которые ранее считались туманностями. При исследовании с рефлекторами, диаметры объективов которых к тому моменту перешагнули метровый предел, было выяснено, что многие туманности являются громадными комплексами звезд – галактиками, расстояния до которых существенно превышают размеры Млечного Пути – нашей Галактики. Прошедший двадцатый век – время бурного развития внегалактической астрономии.

Размеры исследуемой области Вселенной за это время увеличились почти в миллион раз – от размеров Млечного Пути (менее ста тысяч световых лет), до наблюдаемых сегодня галактик, находящихся на расстояниях более десяти миллиардов световых лет.

Невооруженному глазу, биноклю или небольшому телескопу доступно ограниченное количество объектов за пределами Галактики. Ниже в таблице представлены данные о самых ярких галактиках, доступных для наблюдений на широте Украины.

### ЯРКИЕ ГАЛАКТИКИ

NGC	M	Созв.	$\alpha$ (2000.0)	$\delta$	$D$	$m$	Тип	$R$
205	110	And	00 <sup>h</sup> 40.4 <sup>m</sup>	+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

В колонках таблицы приводятся: номер галактики по каталогу New General Catalogue (NGC) и каталогу Мессье (M), трехбуквенное обозначение созвездия, в котором находится галактика (Созв.), экваториальные координаты на эпоху 2000 года ( $\alpha_{2000}$ ,  $\delta_{2000}$ ), диаметр в минутах дуги ( $D$ ), интегральная видимая звездная величина ( $m$ ), тип галактики и расстояние до нее в миллионах световых лет ( $R$ ).

Галактики обычно классифицируются как эллиптические (E), спиральные (S), или неправильные (I). Эллиптические галактики (E) имеют форму эллипса

и обозначаются символами от E0 для круга до E7 для сильно вытянутого эллипса. Спиральные галактики (S), к которым относятся как наша Галактика, так и ближайшая к нам гигантская галактика – туманность Андромеды (NGC224, M31), имеют ядро с расположенными вокруг него спиральными 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. Спиральные галактики показаны на рис. 1 (слева), на рисунках 2 и 3. Примеры эллиптических галактик даются в правой части рисунка 1 и в центральной части рисунка 4.

Следует отметить, что при наблюдениях наиболее удаленных галактик хорошо заметен эффект гравитационного линзирования – искривление направления распространения световых лучей вблизи массивных тел. Следствиями этого эффекта являются кольцо, показанное на рис. 4, и дуги в скоплении галактик на рис. 5.

В предыдущих выпусках Календаря были кратко описаны основные типы известных внегалактических объектов – галактики, квазары, гамма вспышки, микроволновой фон, и упомянуты некоторые проблемы, возникающие при попытке объяснения наблюдаемых фактов. В настоящее время существует общепринятая модель строения и эволюции Вселенной, согласно которой около 13-14 миллиардов лет назад произошел Большой Взрыв, в котором были синтезированы водород и большая часть гелия.

В ходе последующего расширения были образованы звезды первого поколения, в которых началось создание более тяжелых химических элементов, звезды скупивались в галактики, галактики – в скопления галактик. Релаксация скопле-

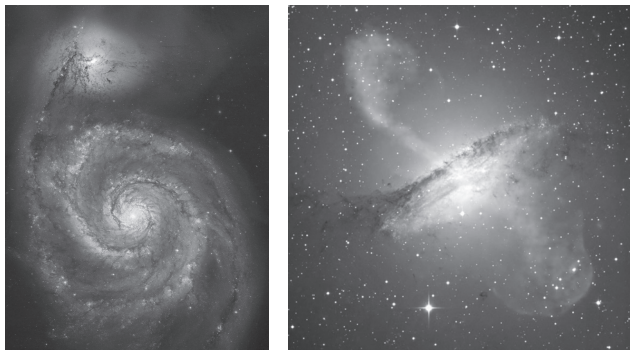


Рис. 1. Спиральная галактика M51 со спутником на конце спиральной ветви (слева) и эллиптическая радиогалактика Центавр А с пылевой полосой и джетами (выбросами из центральной части галактики)

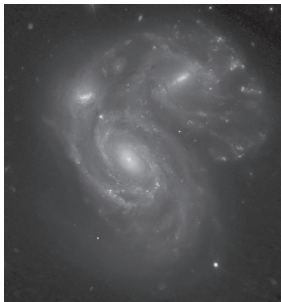


Рис. 2. Взаимодействующие галактики Арп272



Рис. 3. Группа взаимодействующих галактик Арп274

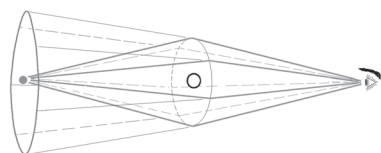
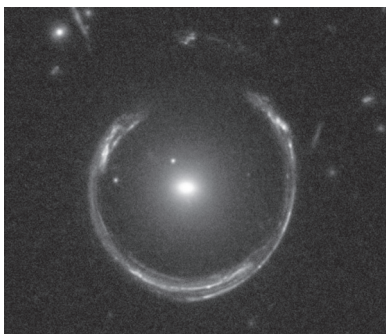


Рис. 4. Вверху – гравитационная линза LRG 3-757. Эллиптическая галактика в центре кольца преломляет лучи света более далекой галактики, которая расположена почти точно за ней. Изображение далекой галактики искажается и преобразовывается в кольцо. Внизу – схема, поясняющая образование наблюдаемого кольца. Наблюдатель справа, удаленная галактика – слева, галактика, отклоняющая лучи света – в центре.

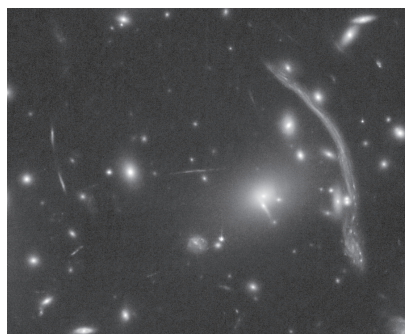


Рис. 5. Центральная часть скопления галактик A370. Яркая дуга в правой части изображения и короткие отрезки дуг в правой части обусловлены гравитационным линзированием далеких галактик более близким центром скопления.

ний галактик происходит до настоящего времени – простые оценки орбитальных периодов в малых группах галактик дают значения, сопоставимые с упомянутым выше возрастом Вселенной. Наблюдения сверхновых звезд в далеких галактиках не противоречат гипотезе о том, что скорость расширения Вселенной увеличивается со временем. Для объяснения этого ускорения пришлось допустить существование пока недоступной регистрации скрытой массы и темной энергии, а доля наблюдаемого вещества может не превышать нескольких процентов.

Такое понимание Вселенной сложилось в результате исследований прошлого и начала нынешнего века. В тоже время необходимо понимать, что наши знания могут быть недостаточными для правильной интерпретации результатов наблюдений. Можно привести простую аналогию – как восстановить историю развития человечества, имея сделанный с орбитальной станции набор фотоснимков крупнейших городов Земли? Современная аппаратура позволяет фиксировать отдельные строения, автомобили, людей. Но это лишь мгновенные снимки, немногие части большой мозаики. Попробуйте, имея только эту информацию, восстановить всю мозаику, объяснить, какую роль в истории планеты играют самые мелкие объекты, зарегистрированные на фотографиях – люди. Чем отличаются младенцы и старики, можете ли вы с уверенностью утверждать, что мужчины отличаются от женщин? Как долго живут люди? Когда был основан, например, город Бомбей?

Примерно в такой же ситуации находятся ученые, пытающиеся построить модель окружающего мира. Имеется некая совокупность наблюдательных данных, полученных в основном за последнее столетие. По сравнению даже с постулируемым возрастом Вселенной столетие – не более, чем мгновенный фотоснимок. Мы не уверены, что воображаемая фотокамера регистрирует наиболее важные события в жизни Вселенной. Поэтому для создания реальной картины приходится очень тщательно анализировать имеющуюся информацию и строить модели, которые должны удовлетворять трем основным принципам.

**Принцип Оккама.** Мир прост. Гипотезы, в которых меньше исходных предположений, более достоверны. Необходимость введения дополнительных постулатов свидетельствует о возможном несовершенстве исходной гипотезы.

**Антропный принцип.** Мы живем в мире, в котором возможно наше существование, иными словами набор физических констант делает возможным возникновение и развитие жизни.

**Принцип Коперника.** Субъект, изучающий Вселенную, не обязательно находится в ее центре или в особо выделенном месте. Более логично допустить, что при наблюдении из любой точки анализ наших ощущений и показаний приборов должен приводить к одной и той же картине мира.

Рассмотрим каждый из принципов более подробно. Принцип Оккама (в другой формулировке – бритва Оккама) позволяет отсеивать гипотезы, в которых новые наблюдения требуют введения дополнительных усложнений в исходные положения теории. Ярким примером применения этого принципа является теория движения планет, Солнца и Луны, предложенная еще в античности Птолемеем. Эта теория предполагала, что все эти светила вращаются вокруг Земли по круговым орбитам. Сложные движения планет объяснялись введением дополнительных окружностей, центры которых обращаются вок-

руг Земли, а планеты, в свою очередь, двигаются по упомянутым дополнительным окружностям – эпициклам. По мере повышения точности наблюдений в теорию вводились новые эпициклы. С точки зрения современной математики эпициклы являются эмпирическим разложением движения планет в ряд Фурье. Новые эпициклы соответствуют рассмотрению следующих членов ряда. Гипотеза Коперника о том, что все планеты, включая Землю, вращаются вокруг Солнца, позволила существенно уменьшить сложность теории и без введения новых постулатов объяснить новые наблюдательные факты.

Современная стандартная космология вводит дополнительные постулаты с завидным постоянством. Расширение Вселенной, инфляция (практически мгновенное увеличение радиуса Вселенной), звезды населения III, скрытая масса, темная энергия. На сегодняшний день эти постулаты не имеют прямого наблюдательного подтверждения, но позволяют объяснить наблюдения очень далеких объектов, получаемые с помощью крупнейших телескопов. Так, например, доля темной энергии и скрытой массы превышает девяносто процентов суммарной массы скоплений галактик, а наблюдения движения планет в Солнечной системе, которая является частью пусть небольшого, но тоже скопления "галактик", объясняются без привлечения дополнительной массы. Будем вводить новые постулаты, или остановимся и подумаем? Альтернативные гипотезы пока не позволяют объяснить всю совокупность наблюдательных данных, но означает ли это, что необходимо идти по пути усложнения существующей картины мира?

Антропный принцип в более жесткой формулировке требует наличия у Вселенной свойств, которые с необходимостью ведут к появлению наблюдателя. Современные данные о строении Вселенной не позволяют подтвердить или опровергнуть то, что наш мир был создан с заранее обусловленным набором параметров, то есть теологическую точку зрения. Можно построить сложную математическую модель существования многих вселенных с разными наборами физических констант, но насколько однозначной является такая теория? Где проходит граница между нахождением коэффициентов в уравнениях, описывающих модель наблюдаемой Вселенной и экстраполяцией этих уравнений далеко за пределы тех значений параметров, для которых они были найдены? Чем отличается такая экстраполяция от научной фантастики и теологии?

Переходя к рассмотрению принципа Коперника, можно потребовать однородности наблюдаемых свойств Вселенной не только в любой точке пространства, но и в любой момент времени – это так называемый совершенный космологический принцип, который справедлив в стационарных космологических моделях. Он не отрицает эволюцию отдельных частей Вселенной – человека, планеты, галактики, но в целом мир неизменен во времени и в пространстве.

Изучение далеких объектов за пределами Галактики и их сопоставление с нашими знаниями о близлежащей Вселенной позволило получить множество отдельных элементов мозаики. Попытки сложить из этих элементов цельную картину строения и эволюции Вселенной позволили создать стандартную космологическую модель. Однако новые наблюдения, например результаты, полученные с инфракрасным телескопом орбитальной обсерватории Herschel, диаметр основного зеркала которого составляет 3.5 метра, все чаще приводят к пониманию того, что, возможно, мозаику придется складывать заново.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД ГИГАНТОВ И СВЕРХГИГАНТОВ

*Н.Н. Самусь*

Гиганты и сверхгиганты занимают особое место среди физических переменных звезд. Исторически они преобладали среди первых обнаруженных переменных. Б.В.Кукаркин в своей знаменитой книге "Исследование строения и развития звездных систем на основе изучения переменных звезд" (1949) писал о преобладании звезд высокой светимости среди всех известных переменных звезд, благодаря чему переменные звезды удается обнаруживать в далеких уголках Вселенной, в том числе в других галактиках, даже не самых близких. Поскольку для некоторых важных типов переменных звезд высокой светимости, прежде всего для цефеид, еще в начале XX века было обнаружено существование зависимости "период-светимость" (см. очерк Л.Н.Бердникова в этом выпуске ОАК-2013, стр. 157), простейшие фотометрические наблюдения позволяют достаточно просто определить расстояние до звезды.

Пульсирующие звезды высокой светимости, наблюдаемые в звездных скоплениях, обеспечивают надежную калибровку зависимости "период-светимость", а дальше, наблюдая такие звезды на больших расстояниях, удается перекинуть мостик к другим калибровочным объектам, важнейшими из которых являются сверхновые типа Ia (тоже, конечно, являющиеся переменными звездами). Таким образом, удается достаточно уверенно определять и самые большие расстояния во Вселенной; роль переменных звезд как основы шкалы расстояний во Вселенной, несмотря на скептические высказывания неспециалистов, далеких от наблюдательной астрономии, до сих пор остается неизменной.

А вот мнение Б.В.Кукаркина о том, что светимость большинства переменных звезд высока, не выдержало проверки временем, оказавшись, как это часто бывает в астрономии, результатом наблюдательной селекции. Пульсирующие звезды на Главной последовательности диаграммы Герцшпрунга-Рассела и под нею имеют сравнительно маленькие амплитуды изменений блеска, и в 1940-е годы, когда почти все переменные звезды открывали визуальными и фотографическими методами, таких звезд было известно мало. Немного открывали и карликовых новых, и слабых эруптивных переменных звезд.

Сегодня красные карликовые переменные (типа UV Кита и VY Дракона; см. очерк Р.Е.Гершберга в прошлом выпуске ОАК-2012), пульсирующие белые карлики, другие переменные звезды низкой светимости открывают во все большем количестве. Предварительные результаты проекта "Кеплер" позволяют говорить о многих тысячах затменных переменных звезд чрезвычайно малой амплитуды всего лишь в одном, сравнительно небольшом поле на границе созвездий Лебедя и Лиры, и это, в своем большинстве, отнюдь не гиганты и сверхгиганты. Так что ни о каком преобладании объектов высокой светимости среди переменных звезд говорить не приходится. Тем не менее, такие переменные звезды остаются чрезвычайно интересными объектами для изучения, причем их исследование постоянно ставит перед нами новые проблемы, решение которых порой вызывает трудности.

Типов физических переменных звезд среди гигантов и сверхгигантов не слишком много, но это типы крайне важные для астрофизики. О сверхновых я уже упоминал. Причисление их к звездам высокой светимости абсолютно оправдано, если мы говорим о максимуме блеска, когда одна звезда излучает в пространство не меньше энергии, чем небольшая галактика. Именно такая высокая светимость определяет значение сверхновых для определения масштабов Вселенной на самых больших расстояниях. После затухания вспышки остается нейтронная звезда или черная дыра, то есть объект, который невозможно отнести к гигантам или сверхгигантам.

Любопытно, что мы до сих пор практически ничего не знаем из наблюдений о том, как выглядят сверхновые перед вспышкой. Едва ли не единственной сверхновой, уверенно наблюдавшейся до взрыва, остается сверхновая 1987А в Большом Магеллановом Облаке, классифицированная до вспышки как сверхгигант класса В. Это была пекулярная сверхновая II типа. После затухания вспышки SN 1987А звездный остаток мы не видим, он очень слаб. Таким образом, до сих пор самой большой амплитудой возгорания переменной звезды остается наблюдавшаяся у классической Новой V1500 Лебедя (Новой Лебедя 1975 года), которая за пару десятков лет до вспышки была слабее 21-й звездной величины, а в максимуме – ярче 2-й величины, а вот рекорд амплитуды на спаде держат сверхновые.

Обратимся теперь к пульсирующим переменным звездам. Классификация цефеид различных населений Галактики, принятая в ОКПЗ, достаточно полно описана в статье Л.Н.Бердникова в этом выпуске ОАК. Хотелось бы дополнить его очерк кратким замечанием о двойственности цефеид. Спектральные наблюдения выявляют изменения лучевых скоростей, обусловленные двойственностью, примерно у четверти классических цефеид нашей Галактики-

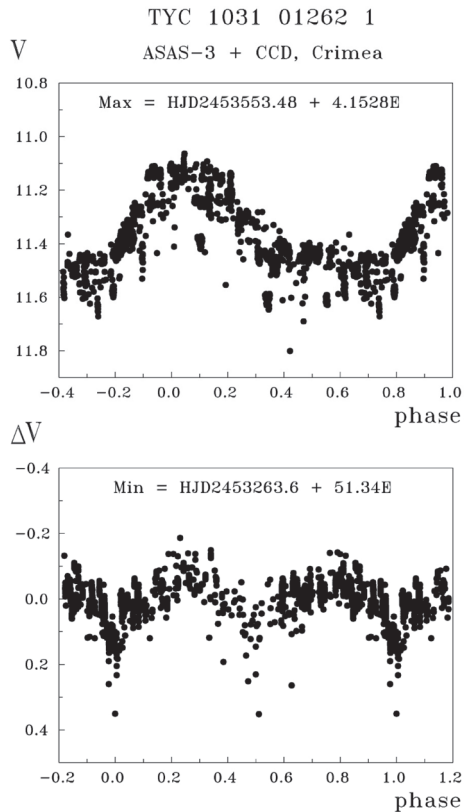


Рис. 1. Пульсационная и затменная кривые блеска цефеиды Тус 1031 01262 1 (С.В.Антипин и др., 2007)



ки. Естественно, орбитальные периоды классических цефеид в двойных системах очень велики (порядка года), поскольку цефеиды – сверхгиганты, и радиус орбиты у спутника обязательно оказывается большим. А вот затменных цефеид в нашей Галактике известно мало (в отличие от Магеллановых Облаков, где такие звезды целенаправленно выявлял проект OGLE) и, как ни странно, похоже, что все они принадлежат к старым населением Галактики, то есть являются не классическими цефеидами, а звездами типа BL Геркулеса и W Девы. На рис. 1 показаны пульсационная и затменная кривые блеска двойной цефеиды, обнаруженной в 2007 году С.В.Антипиным, К.В.Соколовским и Т.И.Игнатьевой – по-видимому, первой среди найденных в Галактике затменных цефеид. Сравнительно короткий орбитальный период объясняется тем, что звезды типа BL Геркулеса намного компактнее, чем классические цефеиды.

Классические цефеиды, цефеиды сферической составляющей, родственные последним переменные звезды типа RV Тельца – это объекты главной (цефеидной) полосы нестабильности, теоретическую интерпретацию которой впервые дал в 1950-е годы советский физик С.А.Жевакин. На немного более низких светимостях эту последовательность продолжают переменные звезды типа RR Лиры, тоже относящиеся к звездам-гигантам. Прекрасный очерк С.Н.Удовиченко о таких звездах вы найдете на страницах этого выпуска ОАК. Дальше, на пути к еще более низким светимостям, полоса нестабильности пересекает главную последовательность. Здесь уже находятся не гиганты, а карлики. О пульсирующих звездах типа  $\delta$  Щита, находящихся в этом месте диаграммы Герцшпрунга-Рассела, можно прочитать в очерке А.А.Памятных в прошлом выпуске ОАК.

О важнейших типах пульсирующих гигантов и сверхгигантов, не попадающих в цефеидную полосу нестабильности, рассказывается в очерке Г.М.Рудницкого в этом выпуске Календаря. В обозначениях ОКПЗ это мириды (тип М), полуправильные пульсирующие гиганты и сверхгиганты (поздних спектральных классов – типы SRA, SRB, SRC, SRS, а также промежуточных спектральных классов – тип SRD, возможно, частично ассоциирующийся и с главной полосой нестабильности), неправильные пульсирующие гиганты и сверхгиганты (типы LB, LC). С точки зрения классификации, несомненно, наиболее проблемными являются неправильные пульсирующие звезды, среди них неизбежно присутствуют плохо изученные объекты других – в том числе, возможно, еще не введенных в классификационную систему – типов.

По другую сторону от цефеидной полосы нестабильности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела находятся пульсирующие переменные типа  $\alpha$  Лебедя (ACYG в системе обозначений ОКПЗ), кратко упомянутые в очерке Е.Л.Ченцова в этом выпуске ОАК.

Разумеется, среди гигантов и сверхгигантов можно найти не только пульсирующие переменные звезды. Конфигурация огромных размеров, свойственная звездам высокой светимости, весьма неустойчива, практически все они показывают заметную переменность различной природы. Самые знаменитые среди таких переменных звезд – переменные типа LBV, о которых подробно пишет Е.Л.Ченцов. В ОКПЗ многие из них отнесены к типу S Золотой Рыбы (тип SDOR в обозначениях ОКПЗ). Интересно, что вопреки декларируемому в ОКПЗ принципу, что основная часть каталога ограничивается переменными звездами нашей Галактики, здесь и прототип – внегалактическая переменная звезда, объект Большого Магелланова Облака. Это неудивительно: редкие звезды сверхвысокой светимости легче всего выделить, если посмотреть на галактику, где они находятся, со стороны.



## ЦЕФЕИДЫ

Л.Н.Бердников

**Цефеиды** – это переменные звезды, причиной изменения блеска которых являются радиальные пульсации. Первые цефеиды были открыты английскими любителями астрономии Э. Пиготом и Д. Гудрайком:  $\eta$  Aql (1783 год) и  $\delta$  Cep (1784 год). В начале XX века уже было известно более сотни цефеид. А в 1908 году сотрудница обсерватории Гарвардского (США) университета Г. Ливитт нашла цефеиды в Малом Магеллановом Облаке (ММО) и отметила, что чем ярче цефеида, тем длиннее ее период изменения блеска. В 1912 году она опубликовала график, который приведен на рис. 1. А поскольку уже тогда было ясно, что ММО представляет собой изолированную звездную группировку (то есть все ее звезды находятся на одинаковом от нас расстоянии), то это означало, что соотношение между видимым блеском  $m$  и периодом  $P$  отражает соотношение между абсолютной звездной величиной  $M$  и периодом  $P$ . Это соотношение впоследствии получило название зависимости "период-светимость", которую принято записывать в виде:

$$\langle M \rangle = a \cdot \lg P + b, \quad (1)$$

где  $\langle M \rangle$  – средняя абсолютная звездная величина цефеиды,  $a$  и  $b$  – наклон и нуль-пункт зависимости соответственно. Значения коэффициентов  $a$  и  $b$  зависят от спектрального диапазона, например, в визуальной области спектра  $a = -2.87$  и  $b = -1.01$ .

Согласно определению, абсолютная звездная величина  $M$  записывается выражением:

$$M = m + 5 - 5 \lg r,$$

откуда получается простая формула для вычисления расстояния  $r$  данной цефеиды:

$$\lg r = 0.2 (\langle m \rangle - \langle M \rangle + 5), \quad (2)$$

где  $\langle m \rangle$  – средний видимый блеск, а средняя абсолютная звездная величина  $\langle M \rangle$  вычисляется по зависимости период-светимость (1). Таким образом, для определения расстояния любой цефеиды достаточно определить из наблюдения ее средний блеск  $m$  и период  $P$ .

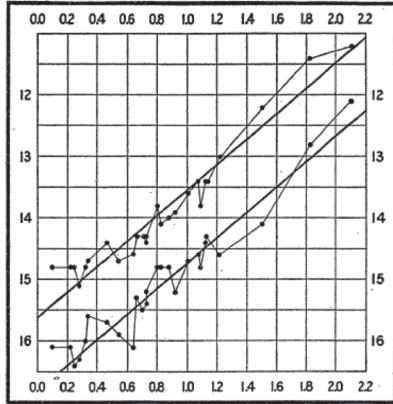


Рис. 1. Первая зависимость период-светимость, построенная Ливитт в 1912 г. по цефеидам ММО. По вертикальной оси отложена фотографическая звездная величина, а по горизонтальной – логарифм периода. Верхний график построен для максимального блеска цефеид, а нижний – для минимального.

В середине XX столетия было окончательно установлено, что пространство между звездами не пусто, а заполнено газом и пылью. И, хотя плотность межзвездного вещества ничтожно мала, оно может ослабить свет очень далеких звезд во много раз. Поэтому в формуле (2) видимый блеск  $\langle m \rangle$  должен быть исправлен за межзвездное поглощение  $A$ . Таким образом, расстояние цефеиды следует определять по уточненной формуле:

$$\lg R = 0.2 (\langle m \rangle - A - \langle M \rangle + 5). \quad (3)$$

Благодаря зависимости период-светимость, цефеиды стали играть важнейшую роль в астрономии: по сравнению с другими объектами, они дают наилучший способ определения расстояний до них, а значит – и до любой галактики, где их удастся обнаружить. Открытие цефеид в М31, М33 и NGC6822 позволило Э.Хаббл в 1926-1927 годах определить расстояния этих галактик и окончательно доказать их внегалактическую природу. Таким образом, именно цефеиды переместили наше Солнце из центра единственной гигантской звездной системы Млечного Пути (как считалось в начале 20 века) на окраину одной из бесчисленного множества таких систем.

До середины XX века астрономы, используя зависимость период-светимость, даже не подозревали, что существуют два типа цефеид: одни располагаются в

плоскости (население I), а другие – в гало (население II) нашей Галактики. И это притом, что цефеиды сферической составляющей оказались на 1.5-2 величины слабее цефеид диска, которые стали называть классическими цефеидами.

К середине 2012 года в Общем Каталоге Переменных Звезд (ОКПЗ) зарегистрировано уже свыше 1300 цефеид, большинство из которых (около 70%) являются классическими.

**Классические цефеиды** – это желтые сверхгиганты населения I, их возраст не превышает 100 млн. лет. Поскольку это молодое население диска, то они имеют нормальный химический состав, то есть, относительное содержание

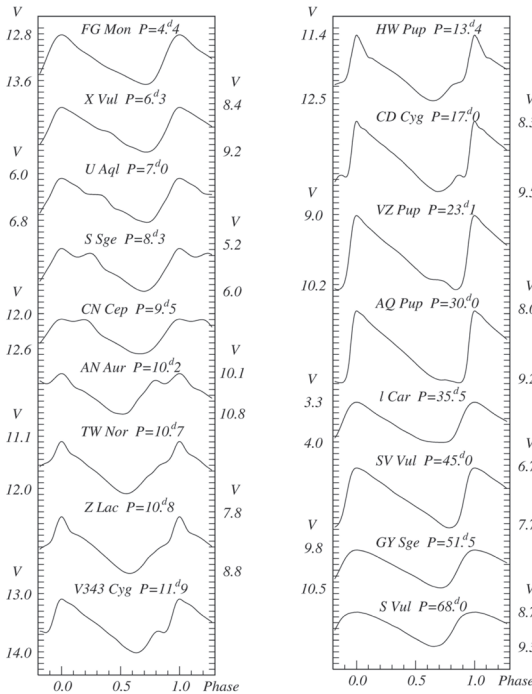


Рис. 2. Последовательность Герцшпрунга для кривых изменения блеска классических цефеид

тяжелых элементов близко к солнечному. Их массы заключены в пределах 2-11 масс Солнца, средняя температура поверхности от 5000 до 5800 градусов Кельвина, радиусы от 25 до 270, а светимости от 600 до 30000 солнечных единиц. Согласно ОКПЗ, классические цефеиды бывают двух типов: DCEP и DCEPS.

DCEP – это "нормальные" цефеиды, которые пульсируют в основной моде; периоды пульсаций у них заключены в пределах 1-68 суток. Кривые изменения блеска асимметричны: поярчение происходит быстрее, чем ослабление. Амплитуда изменения блеска, как и у всех звезд с радиальными пульсациями, уменьшается с ростом длины волны наблюдаемого света: в среднем в 1.3-1.5 раза при каждом переходе "ультрафиолет (фильтр U) – голубой (фильтр B) – визуальный (фильтр V) – инфракрасный (фильтр I)". В визуальных лучах амплитуда, в среднем, близка к одной звездной величине. Форма кривой блеска зависит от периода – эта зависимость была найдена Е.Гецшпрунгом еще в 1926 году.

На рис. 2 приведена последовательность Герцшпрунга, построенная по современным фотоэлектрическим наблюдениям в системе V. Хорошо видно, что при малых периодах кривые блеска классических цефеид гладкие. Около периода 6 суток на середине нисходящей ветви появляется слабенький горбик, который с ростом периода усиливается и перемещается к максимуму блеска; амплитуда при этом уменьшается и становится минимальной близ периода 9.5 суток, когда кривая блеска имеет два одинаковых максимума. Далее, с ростом периода горб уменьшается и перемещается по восходящей ветви в сторону минимума; амплитуда изменения блеска при этом растет и достигает максимального значения близ периода ~25 суток, когда горб уже незаметен. При больших значениях периода кривые блеска становятся гладкими, а их амплитуда с ростом периода уменьшается.

DCEPS – малоамплитудные цефеиды, пульсирующие в первом или втором обертоне. Кривые блеска часто почти синусоидальные, амплитуды в фильтре V, как правило, не превышают 0.4 звездной величины, а периоды короче 17 суток. Типичные кривые блеска приведены на рис. 3.

В ОКПЗ имеется также около двух десятков, так называемых, бимодальных цефеид, которые пульсируют с двумя периодами одновременно: как правило, это основной тон плюс первый обертоны (тип DCEP(B) по ОКПЗ) или, редко, первый плюс второй обертоны (тип DCEPS(B)). Согласно теории, для классических цефеид отношение периодов первого обертона и основного тона  $P_1/P_0$  близко к 0.71, а отношение периодов второго и первого обертонов  $P_2/P_1$  близко к 0.8. На рис. 4 в качестве примера приведены фотоэлектрические наблюдения DCEP(B) V367 Sct, свернутые с периодами  $P_0$  и  $P_1$ , а на рис. 5 – наблюдения DCEPS(B) CO Aur, свернутые с периодами  $P_1$  и  $P_2$ .

В рамках проекта OGLE польские астрономы недавно обнаружили в центральной области нашей Галактики 2 цефеиды, которые пульсируют в трех обертонах!

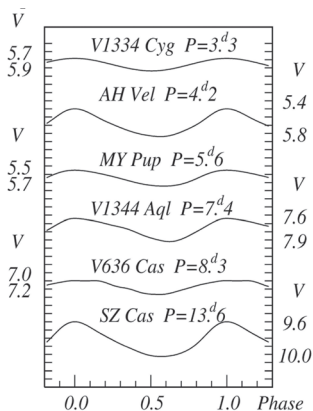


Рис. 3. Сглаженные кривые изменения блеска малоамплитудных цефеид

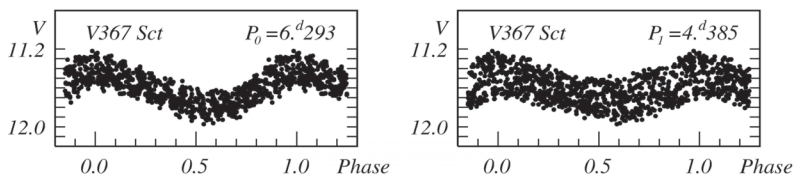


Рис. 4. Кривые изменения блеска бимодальной цефеиды V367 Sct

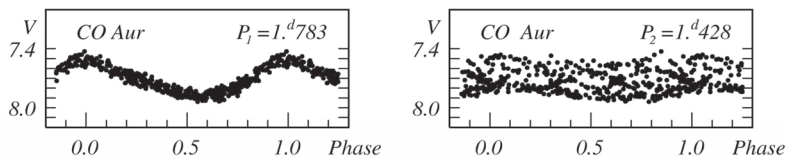


Рис. 5. Кривые изменения блеска бимодальной цефеиды CO Aur

В настоящее время мы не можем в нашей Галактике отличить первый оборот от второго или третьего, если DCEPS пульсирует с одним периодом – для этого надо знать расстояние до нее. В других галактиках, где все звезды находятся на одинаковом расстоянии от нас (то есть, различия их звездных величин искажены только межзвездным поглощением), это сделать очень легко: цефеиды, пульсирующие в основном тоне  $P_0$  и в первом и втором обертонах  $P_1$  и  $P_2$ , формируют три отдельные параллельные зависимости "период-светимость". Это хорошо видно на рис. 6, построенном по данным, полученным польскими астрономами для цефеид Большого Магелланова Облака (БМО), где  $\langle W_I \rangle$  – средний блеск в фильтре I, исправленный за межзвездное поглощение. Расстояния между этими зависимостями по оси абсцисс равно 0.15 (это  $\log 0.71$ ) и 0.10 (это  $\log 0.8$ ) – в полном соответствии с теорией (см. выше).

**Цефеиды населения II** – это гиганты гало, старого диска или балджа Галактики. Их массы составляют 0.5-0.7 от массы Солнца, средняя температура поверхности – от 5000 до 6000 градусов Кельвина, амплитуда изменения блеска

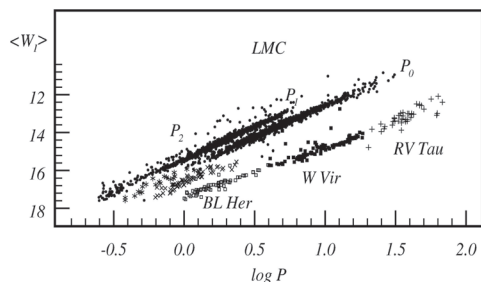


Рис. 6. Зависимости период-светимость для всех типов цефеид БМО

– от 0.3 до 1.4 звездной величины в фильтре V. Поскольку они образовались на ранних стадиях формирования Галактики, то их химический состав отражает химсостав межзвездной среды того времени, то есть относительное содержание элементов тяжелее водорода и гелия в десятки и сотни раз меньше солнечного.

В ОКПЗ цефеиды сферической составляющей Галактики

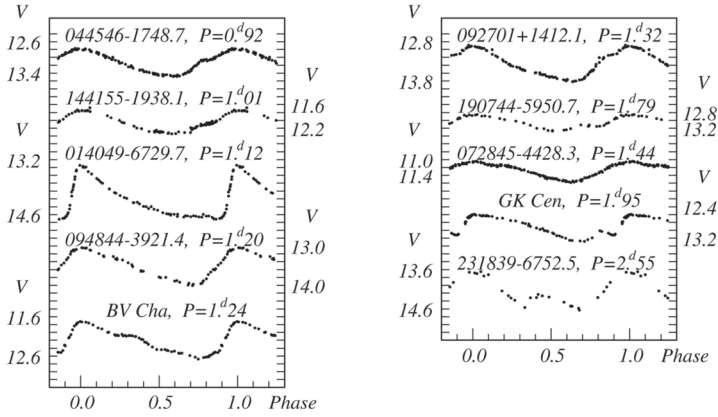


Рис. 7. Кривые изменения блеска звезд типа BL Her

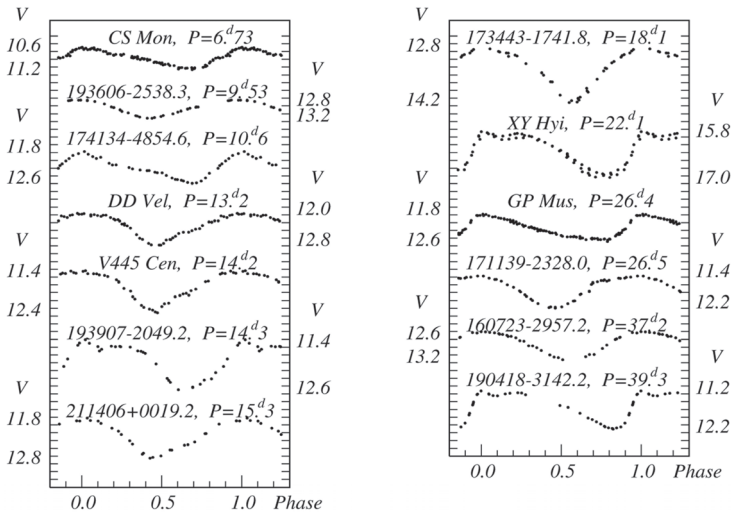


Рис. 8. Кривые изменения блеска звезд типа W Vir

тики делятся на два типа: CWA и CWB, которые в литературе часто называют типами BL Her и W Vir по именам их типичных представителей. Периоды цефеид типа BL Her находятся в интервале 1-4 дня, радиусы около 10, а светимости от 100 до 200 солнечных; периоды W Vir – от 4 до примерно 40 дней, радиусы – от 20 до 40, а светимости – от 400 до 2000 солнечных. Типичные кривые блеска для звезд обеих групп приведены на рис. 7 и 8.

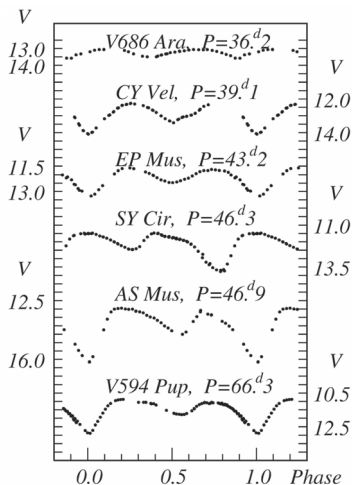


Рис. 9. Кривые изменения блеска звезд типа RVA

мумов; следующие за ними максимумы тоже могут иметь разную высоту. Кривые блеска нестабильны, глубины минимумов и высоты максимумов меняются, глубокие минимумы могут превращаться во вторичные и наоборот. Периоды, которые определяются как интервал времени между двумя последовательными главными минимумами, заключены в пределах 30-150 дней, амплитуды могут достигать 4 звездных величин в фильтре V.

ОКПЗ насчитывает около 150 звезд типа RV Tau, которые делятся на два типа: RVA и RVB. Кривые изменения блеска звезд типа RVA приведены на рис. 9. Кривые блеска звезд типа RVB отличаются тем, что их средний блеск меняется с амплитудой до 2 звездных величин (в полосе V) и периодом от 600 до 1500 дней.

В качестве примера на рис. 10 приведена кривая изменения блеска IW Car, построенная по наблюдениям, полученным польскими астрономами в рамках проекта ASAS.

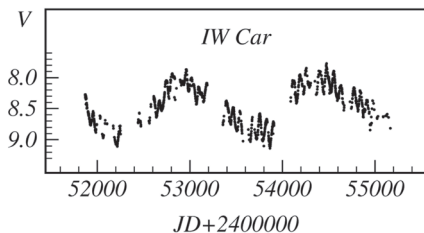


Рис. 10. Кривая изменения блеска звезды IW Car (тип RVB)

Бросается в глаза большое разнообразие форм кривых блеска, даже в случае близких периодов. Следует отметить также, что некоторые звезды типа W Vir показывают чередование глубоких и мелких минимумов (например, XY Hra на рис. 8). Это свойство роднит цефеиды типа CWA с переменными типа RV Tau, которые современные исследователи считают разновидностью цефеид населения II.

Звезды типа RV Tau – это сверхгиганты, они имеют такие же массы, как и вышеописанные представители цефеид населения II, но гораздо большие радиусы (порядка 60 солнечных) и светимости (4000-6000 солнечных единиц). Средняя температура поверхности заключена в пределах 4300-6000 градусов Кельвина. Характерная особенность кривых изменения блеска – чередование глубоких (главных) и мелких (вторичных) мини-

мумов. Цефеиды населения II встречаются в небольших количествах в шаровых скоплениях. Приписывая цефеидам расстояния содержащих их скоплений, можно построить зависимость "период-светимость" для них. Однако, из-за небольшого числа объектов и значительного рассеяния, она ненадежна. Гораздо более точно это можно сделать по цефеидам ближайших галактик. На рис. 6 зависимости пе-

риод-светимость построены для всех цефеид, найденных в БМО. Выделяются три зависимости для классических цефеид, пульсирующих в основной моде с периодом  $P_0$  и в первом и втором обертонах  $P_1$  и  $P_2$ , и три зависимости для описанных выше типов цефеид населения II – BL Her, W Vir и RV Tau (звезды типа RV Tau на графике нанесены с половинным периодом), которые формируют практически единую для них зависимость "период-светимость".

Часть звезд типа W Vir расположена заметно выше зависимости "период-светимость". Они отличаются от обычных формой кривых блеска, и они в среднем голубее. Эти переменные называют пекулярными звездами типа W Vir. Из 16 таких звезд, найденных в БМО, 4 являются затменными переменными, и еще 4 заподозрены в двойственности. Поэтому наиболее вероятной причиной, объясняющей необычность этих цефеид, является их двойственность.

Между звездами типа BL Her и классическими цефеидами расположены две последовательности так называемых аномальных цефеид, которые пульсируют в основном тоне (они обозначены косыми крестами) и первом обертоне (звездочки). Они имеют такой же химический состав, как и другие цефеиды населения II, но массы их значительно больше: сравнение их наблюдаемых кривых блеска с теоретическими дает оценку в 1.5 солнечных масс. Несколько таких объектов найдено в старых шаровых скоплениях Галактики, где звезды с такими первоначальными массами уже давно проэволюционировали. Поэтому наиболее вероятная гипотеза происхождения аномальных цефеид – слияние тесных двойных звезд.

**Закключение.** Побочным продуктом проектов по поиску эффектов гравитационного микролинзирования явилось открытие в конце 1990-х годов более трех тысяч новых цефеид в Магеллановых Облаках, причем свыше трети из них оказались малоамплитудными цефеидами, что совершенно не согласовывалось с ситуацией в нашей Галактике, где на их долю приходилось всего около 8%. Противоречие разрешилось довольно скоро – через год были опубликованы первые результаты ПЗС-мониторинга южного неба (проект ASAS), где наряду с сотнями новых цефеид, пульсирующих в основной моде, было найдено более тысячи звезд, показывающих малоамплитудные периодические изменения блеска, среди которых, несомненно, имеются и цефеиды, пульсирующие в обертоне.

К сожалению, ПЗС наблюдения проводились в одном фильтре и с короткофокусными камерами (размер пикселя 15 дуговых секунд), поэтому точность фотометрии невысокая. Это особенно важно при классификации малоамплитудных переменных, где наряду с пульсациями имеется много других причин переменности. Для уточнения классификации следует получить многоцветные наблюдения на нормальных телескопах. Это означает, что мы имеем возможность значительно увеличить число известных цефеид и использовать их как для изучения свойств самих цефеид, включая уточнение зависимости "период-светимость", так и в качестве индикаторов расстояний при изучении структуры диска и гало Галактики и Вселенной в целом.

С апреля 1990 года на орбите работает космический телескоп имени Хаббла, программой наивысшего приоритета которого объявлена программа поиска цефеид в скоплениях галактик в Деве для уточнения расстояния этого скопления. Эти расстояния используются затем для определения постоянной Хаббла, которая является ключом для решения вопроса о прошлом и будущем Вселенной.



## ПЕРЕМЕННЫЕ ТИПА RR ЛИРЫ

С.Н.Удовиченко

Это удобное, но устаревшее название переменных звезд относилось к пульсирующим переменным звездам, периоды которых были меньше суток. Позднее их разделили на несколько типов, так как было установлено, что эти переменные по сравнению с классическими цефеидами имеют отличия не только в коротких периодах, но и в возрасте, и в положении на диаграмме Герцшпрунга-Рессела. О них будет сказано немного ниже. В этом очерке мы будем рассматривать переменные звезды типа RR Лир, которые впервые обнаружили в шаровых скоплениях "cluster type variables", затем в галактическом поле. Первооткрыватель переменных звезд типа RR Лир в шаровых скоплениях С.Бейли выделил три подтипа по параметру асимметрии кривых блеска  $\epsilon = (\text{Max} - \text{min})/P$ , где  $\text{min}$  – момент минимума,  $\text{Max}$  – момент последующего максимума,  $P$  – период. В подтип RRa были включены звезды с  $\epsilon = 0.1 - 0.2$ , амплитудами  $1.5 - 2.0^m$  и периодами  $0.35 - 0.55^d$ . В подтип RRb были включены звезды с  $\epsilon = 0.2 - 0.3$ , с несколько меньшими амплитудами и периодами  $0.5 - 0.8^d$ . В третий подтип включены звезды с почти симметричными кривыми блеска с  $\epsilon = 0.4 - 0.5$ , амплитудами около  $0.5^m$  и периодами  $0.2 - 0.4^d$ . В настоящее время в Общем каталоге переменных звезд (ОКПЗ) подтипы RRa и RRb объединены в один подтип RRab как переменные с асимметричной кривой блеска (крутой восходящей ветвью), периодами от  $0.3$  до  $1.2^d$  и амплитудами от  $0.5$  до  $2^m(V)$ . В подтип RRc выделены переменные типа RR Лир с почти симметричными, синусоидальными кривыми блеска с периодами от  $0.2$  до  $0.5^d$  и амплитудами не превышающими  $0.8^m(V)$ . Также выделены звезды типа RR Лир с двумя периодами пульсации "бимодальные" как RR(B). Эмпирическое деление звезд на подтипы, как оказывалось впоследствии, имеет глубокий физический смысл: звезды подтипа RRab пульсируют в основном тоне, подтипа RRc – в первом обертоне, а в звездах подтипа RR(B) одновременно возбуждаются основной тон и первый обертон. Отношение периодов равно  $\approx 0.745$ .

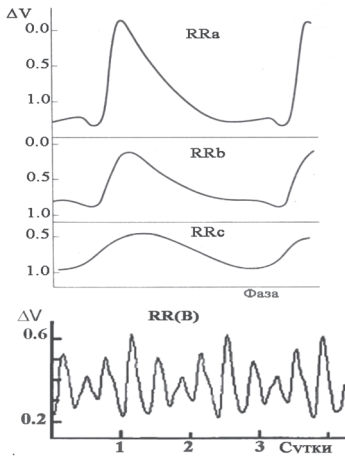


Рис. 1. Основные формы кривых блеска звезд типа RR Лир

Эмпирическое деление звезд на подтипы, как оказывалось впоследствии, имеет глубокий физический смысл: звезды подтипа RRab пульсируют в основном тоне, подтипа RRc – в первом обертоне, а в звездах подтипа RR(B) одновременно возбуждаются основной тон и первый обертон. Отношение периодов равно  $\approx 0.745$ .

ОКПЗ определяет звезды типа RR Лир как радиально пульсирующие гиганты спектрального класса A-F. Их положение на диаграмме Герцшпрунга-Рессела относительно других переменных звезд и относительно Солнца показано на рис 2. Они расположены в центре так называемой полосы неустойчивости, которая пересекает главную последовательность (ГП), на которой находятся также классические цефеиды сферической и плоской составляющей Галактики, короткопериодические пульсирующие звезды типа  $\delta$  Щита и SX Феникса. Как было сказано в начале статьи, часто звезды двух последних типов относили к классу RR



Лирид, или называли карликовыми цефеидами, RRс, цефеидами с ультракоротким периодом. Затем, учитывая существенные различия в эволюционном статусе (главная последовательность, последовательность субкарликов) их выделили в отдельные классы. Область, где расположены звезды типа RR Лиры, называется горизонтальной ветвью, она расположена выше главной последовательности и туда попадают звезды, проэволюционировавшие на главной последовательности. Это стало очевидно, когда построили диаграммы цвет-величина для старых шаровых скоплений. Рассмотрим схематическую диаграмму цвет-величина для типичного шарового скопления, рис.3. Здесь полоса нестабильности пересекает горизонтальную ветвь, и все звезды, попадающие в данный интервал (иначе называемый интервал Шварцшильда) становятся переменными типа RR Лиры, так как Шварцшильд (1940) впервые показал, что в области, занятой переменными типа RR Лиры, нет других звезд, не меняющих свой блеск. Это достаточно поздняя стадия эволюции. Звезды главной последовательности в зависимости от массы могут находиться на ней несколько миллиардов лет. Источником энергии для них служат ядерные реакции превращения водорода в гелий в ядре звезды. В старых шаровых скоплениях массивных звезд уже нет, они превратились либо в черные дыры, либо в нейтронные звезды, либо в белые карлики. Маломассивные звезды ГП по мере выгорания водорода вблизи точки поворота субгигантов начинают медленно взбираться по ветви вверх, увеличивая светимость за счет расширения. Начинается горение водорода в слое, окружающем гелиевое ядро, температура в котором растет. Наконец температура в ядре увеличивается настолько, что начинаются термоядерные реакции горения гелия с превращением трех ядер гелия в ядро углерода. Этот процесс называется гелиевой вспышкой. Дополнительное термовыделение приводит к росту температуры, увеличению светимости и перемещению звезды за сравнительно короткое время на горизонтальную ветвь, где она может попасть сразу в область нестабильности, либо переместиться туда позже с красной или голубой части горизонтальной ветви. Эта стадия проходит с частичной потерей массы. Таким образом, становится очевидным, что звезды типа RR Лиры – старые маломассивные (~0.5 масс Солнца) звезды с горением гелия в ядре и водорода в слоевом источнике, светимостью намного больше солнечной, но значительно меньшей, чем классические цефеиды. Оценка возраста по некоторым шаровым скоплениям сферической составляющей Галактики и Магеллановых облаков приводит к значению 10-12 миллиардов лет.

Когда в начале 20 века звезды типа RR Лиры начали регулярно исследовать, то выяснилось, что многие из них с завидной регулярностью повторяют свои кривые блеска от цикла к циклу,

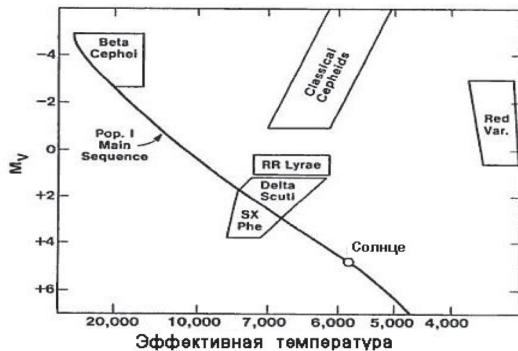


Рис. 2. Положение звезд типа RR Лиры на диаграмме Герцшпрунга-Рессела

но некоторые заметно изменяют форму кривой блеска и момент наступления максимума с некоторым периодом, на два порядка большим, чем период пульсации. Впервые это заметил московский астроном Сергей Николаевич Блажко в 1907 году. Подобное явление было замечено у нескольких звезд, в том числе и у самой RR Лиры, а этот эффект был назван по имени первооткрывателя эффектом Блажко. Самое распространенное значение периода – несколько десятков суток, но есть и сильные отклонения от этого значения. Так, в настоящее время самый полный список RR Лирид с эффектом Блажко составлен для 86 звезд, включая обзор наблюдательных данных NSVS и базу данных ASAS. Самый короткий период эффекта Блажко в списке 5.3 суток у SS Рака, самый длинный 700 суток у V442 Геркулеса. Амплитуды изменения блеска от минимума до максимума у звезд с эффектом Блажко могут быть от 0.2<sup>m</sup> до 1<sup>m</sup> и более. Несомненно, что с развитием методов наблюдений и получением наблюдательных данных находящихся сейчас на орбите космических аппаратов Corot и Kepler, количество RR Лирид с эффектом Блажко будет возрастать. Более того, с увеличением количества высокоточных наблюдений с помощью ПЗС-матричных фотометров в наземных обсерваториях в начале 21 века был обнаружен так называемый "слабый" эффект Блажко амплитудой в несколько сотых звездной величины. Например, в обзоре венгерской обсерватории Конколи (2009) с помощью автоматического телескопа обнаружен эффект Блажко у 14 звезд типа RR Лиры, в половине из них – это слабый малоамплитудный эффект Блажко. Примеры звезд типа RR Лиры с эффектом Блажко показаны на рис. 4.

Очередную сенсацию произвел космический аппарат Kepler, запущенный для обнаружения экзопланет фотометрическим методом при прохождении их по диску звезды. Попутно, при исследовании в поле зрения всех переменных звезд, обнаружилось, что сама звезда RR Лиры в некоторые моменты времени показывает разновеликие соседние максимумы до 0.1<sup>m</sup>, т.е. период изменения блеска как бы удваивается (см. рис. 5). Как могло такое случиться, что этот эффект обнаружили только при наблюдении их космоса, и не обнаружили при наземных наблюдениях? Оказывается, что при наземных наблюдениях с одной

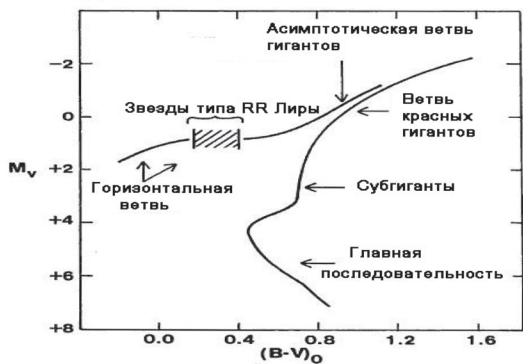


Рис. 3. Схематическая диаграмма цвет-величина для типичного шарового скопления

обсерватории это обнаружить невозможно, так как период самой RR Лиры, как и большинства звезд типа RR Лиры, составляет примерно 0.5 суток, и каждый последующий максимум будет попадать на дневное время. А при совместных фотометрических кампаниях, где наблюдения получали с разных полушарий Земли, подобный эффект возможно "приписывали" различием в фотометрических системах каждого инструмента.

Если говорить о причинах эффекта Блажко, то они до конца не выяснены. Существуют различные гипотезы о возбуждении близких по частоте колебаний и их интерференции, влиянии магнитного поля (наклонный ротатор), возникновении одновременно нерадиальных и радиальных мод пульсаций. Обе модели полагают, что модуляция световой кривой – результат звездного вращения в комбинации с пульсациями. Пока ни одна из них не может удовлетворительно объяснить все многообразие наблюдательных явлений в звездах типа RR Лиры, тем более недавно обнаруженные явления. Более чем через сто лет после открытия мы все еще в начале понимания эффекта Блажко.

Еще одно явление, связанное с периодами звезд типа RR Лиры, обнаружилось, когда в 1939 году построили диаграммы зависимости количества звезд от периода в шаровых скоплениях. П.Оостерхоф выделил два типа скоплений со средним периодом звезд типа RRab  $\sim 0.55$  суток и  $\sim 0.65$  суток. Промежуточных значений в шаровых скоплениях нашей Галактики не встречается. В то же время в галактическом поле встречаются звезды со средними периодами  $\sim 0.42$  суток, которых нет в шаровых скоплениях. Для объяснения этого явления было предложено много гипотез. Основные попытки объяснения двух периодов Оостерхофа основаны на их различие в светимости, эволюции вдоль горизонтальной ветви в красную или голубую сторону, в зависимости от направления, или на различие в химическом составе звезд типа RR Лиры, а именно металличности. Еще Престон в 1959 году получил большое количество спектрограмм RR Лирид и определил их спектральные классы по водороду и по линии ионизованного кальция К. Разность этих величин, обозначаемая как индекс  $\Delta S$  в минимуме блеска, была выбрана им как характеристика дефицита металлов во внешних слоях звезды. Когда индекс  $\Delta S$  больше, то дефицит металлов больше. Разность может достигать до 10, т.е. до целого спектрального класса. Индекс  $\Delta S$  – величина весьма условная, так как предусматривает экстраполяцию интенсивности линии кальция, как металличность всего слоя, образующего спектр поглощения линий в атмосфере звезды, а в итоге и всей звезды. Несмотря на это, индекс  $\Delta S$  используется для характеристики всего ансамбля звезд типа RR Лиры и его связали с содержанием тяжелых элементов. Химический состав звезд, входящих в шаровые скопления, может быть определен прямым методом моделей атмосфер, что дает более уверенные результаты. Было установлено, что светимость переменных звезд

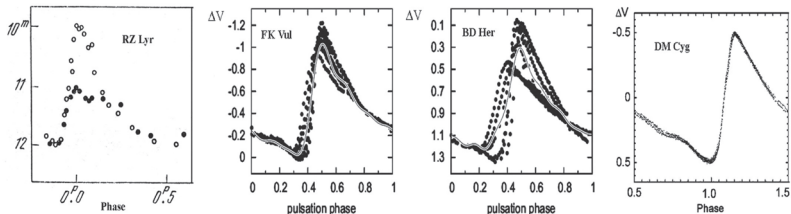


Рис. 4. Эффект Блажко у звезд типа RR Лиры, слева направо:  
 1) RZ Lyr, Цесевич, 1966; 2) FK Vul, BD Her, Jurcsik и др., 2012;  
 3) слабый эффект Блажко у DM Cyg, Удовиченко, 2010.

типа RR Лиры связана с металличностью шарового скопления, а значит, и средние периоды различных по металличности скоплений будут различаться. Можно ли утверждать сейчас, что различные типы звезд по периодам в шаровых скоплениях по Оостерхофу имеют различия только по металличности? Для этого необходимы обстоятельные исследования, в первую очередь химического состава этих звезд. Что касается звезд галактического поля, то ансамбль звезд типа RR Лиры по типу звездного населения и металличности там смешанный, поэтому встречаются различные периоды пульсаций, отличные от периодов в шаровых скоплениях.

Спектральные наблюдения также показали, что в оболочках звезд типа RR Лиры происходят сложные движения слоев. На это указывают лучевые (радиальные) скорости, которые можно измерить по линиям металлов и водорода. Кривые лучевых скоростей имеют небольшой сдвиг фаз относительно кривых блеска, максимум блеска наступает раньше, чем максимум лучевой скорости. По линиям металлов кривые лучевых скоростей плавные, а по линиям водорода терпят разрыв вблизи максимума блеска, что указывает на движения слоев водорода, как навстречу наблюдателю, так и от него. Часто возникающая в этот момент эмиссия в водородных линиях указывает на возникновение ударных волн в атмосфере и распространение их во внешние слои звезды. По линиям металлов и водорода можно оценить изменения радиуса этих слоев, они достигают от нескольких сот тысяч до миллиона километров.

На протяжении многих десятилетий астрономы сталкиваются с проблемой определения расстояний до космических объектов в нашей Галактике и за ее пределами, размерами шаровых и рассеянных скоплений, других галактик и т.д. Эта проблема, которую называют "определение шкалы расстояний", затрагивает самые важные вопросы в астрофизике, начиная от светимости и массы звезд и галактик, до скорости расширения и возраста Вселенной. Выдающуюся роль в решении этой проблемы сыграли звезды типа RR Лиры и классические цефеиды. Метод, который использует переменные звезды для измерения расстояний до этих объектов, называется фотометрическим параллаксом. Не вдаваясь в подробности описания метода, скажем только, что, зная светимость или абсолютную звездную величину звезды и межзвездное поглощение света, можно вычислить расстояние до звезды. Достаточно с помощью фотометра оценить видимый блеск звезды. Разность видимой и абсолютной звездной величины принято называть модулем расстояния. Модуль расстояния легко измерить

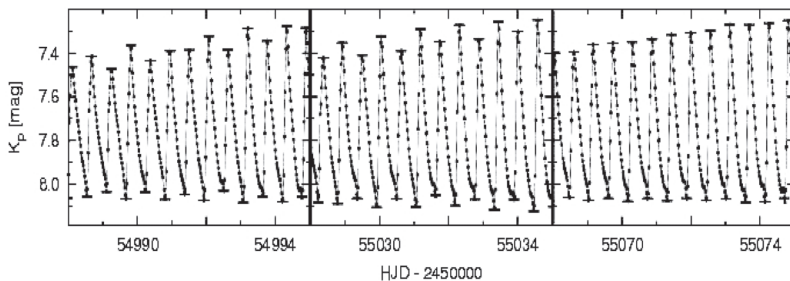


Рис.5. Кривые блеска RR Лиры с космического аппарата Kepler (Из сайта AAVSO)

для объектов, у которых, например, одинаковая и известная абсолютная звездная величина. Такими замечательными особенностями и обладают переменные звезды типа RR Лиры. Их абсолютная величина слабо зависит от периода и слегка варьирует от скопления к скоплению с разной металличностью. Для установления значения абсолютной величины необходимо измерить расстояние до RR Лирид независимым способом, например до шаровых скоплений или звезд поля. Это сложная задача, и на ее решение ушло почти целое столетие. В течение XX века абсолютная величина звезд типа RR Лиры, так же, как и цефеид, неоднократно пересматривалась, улучшалась вплоть до наших дней. Соответственно и изменялась шкала расстояний в Галактике и за ее пределами.

Сначала Генриетта Ливитт (1912) обнаружила в ближайших к нам галактиках, Магеллановых Облаках большое количество цефеид, и когда сопоставила на графике их видимые величины с периодами, то обнаружила, что чем короче период, тем слабее цефеида. А поскольку звезды находились примерно на одном расстоянии от нас, то естественно было заключить, что период связан со светимостью. В 1913 году Герцшпрунг использовал результаты Ливитт и опубликовал зависимость период-светимость, открывавший путь для определения расстояний. Однако первыми для определения расстояний были использованы звезды типа RR Лиры. Учитывая, что Бейли нашел в шаровых скоплениях не только RR Лириды, но и несколько цефеид, Шепли построил кривую зависимости период-светимость для цефеид скопления и нашел, что ее наклон такой же, как и у цефеид Магеллановых Облаков. Таким образом, зная абсолютную величину цефеид, он получил значение  $-0.23^m$  для абсолютной величины RR Лирид. Хотя использовать одну и ту же зависимость по современным представлениям было нельзя, Шепли получил близкое значение по порядку величины. В 20-е годы прошлого века Шепли построил единую зависимость для цефеид и RR Лирид по новым данным, и это значение было пересмотрено до  $0.0^m$ . Оно продержалось несколько десятков лет, хотя и противоречило наблюдательным данным для туманности Андромеда, ближайшей к нам галактике. RR Лириды там были слабее этого значения. Затем для определения абсолютных величин звезд типа RR Лиры использовали доступный и надежный способ – метод групповых и статистических параллаксов для рассеянных скоплений. Эти методы учитывают тот факт, что звезды типа RR Лиры не только обладают общим движением относительно Солнца, но и в отличие от членов рассеянного скопления с большими (порядка 150 км/с, для звезд галактического гало) скоростями движутся одна относительно другой. В течение долгого времени, выведенное таким методом еще в 1960-е годы значение  $+0.6^m$ , использовалось для расчета расстояний до шаровых скоплений и до центра Галактики. В настоящее время в связи с появлением нового массового и более точного наблюдательного материала это значение пересмотрено. По новым данным, для звезд типа RR Лиры с пониженным содержанием тяжелых химических элементов (то есть с типичным для населения гало химическим составом) новое значение равно  $+0.78^m$ . Результаты прямого измерения расстояний космическим аппаратом HIPPARCOS дают по меньшему числу звезд близкую к этому значению светимость. Хотя звезды типа RR Лиры наблюдаются только в ближайших галактиках: Магеллановых Облаках, туманности Андромеда, M33 в созвездии Треугольника, их вклад в уточнении межгалактических расстояний значительный.

Долгое время причины колебаний пульсирующих звезд оставались невыясненными. Колебания газовых шаров сами по себе не могут долго существовать без механизма, который бы их поддерживал. Повторяемость пульсаций на протя-

жении многих тысяч периодов указывают на то, что мы имеем дело с автоколебаниями, т.е. всякая убыль энергии, обусловленная затуханием, пополняется за счет какого-либо источника энергии. В начале XX века Эддингтон высказал предположение, что источником автоколебаний может быть излучение, распространяющееся от центра звезды к поверхности. Для этого необходимо, чтобы газ внутри звезды оставался менее прозрачным при сжатии, задерживая в какой то степени проходящее сквозь него излучение, и более прозрачным – при расширении звезды, чтобы задержанное излучение быстро высвобождалось. Такими свойствами мог быть ионизованный газ. Анализ ионизационных свойств водорода, выполненный Эддингтоном, не подтвердил необходимых условий для известных в то время пульсирующих звезд. Позднее российский ученый С.Жевакин, в ряде работ показал, что такими свойствами обладает зона двукратной ионизации гелия, а эффективность возбуждения пульсаций в этих слоях так велика, что позволяет объяснить наблюдаемые периодические колебания в атмосферах звезд. Часто этот процесс называют "клапанным механизмом", или  $k$ -механизмом, поскольку он играет роль клапана и приводит к возникновению автоколебаний. Жевакин использовал дискретную модель звезды с выведенными им линеаризованными уравнениями, показав, что гелиевая зона приводит к необходимому сдвигу фаз между радиальными скоростями и блеском. Позже более детальные расчеты выполнил Р.Кристи и получил ряд более конкретных результатов. Он задавал такие внешние параметры, как масса звезды, светимость, эффективная температура и различный химический состав. В частности, по расчетам Р.Кристи получалось, что существует два слоя, поддерживающие энергию колебаний. Основным слоем, обеспечивающим автоколебательный механизм пульсаций, является слой гелия. Слой ионизации водорода также участвует в накоплении энергии, но в значительно меньшей степени. Р.Кристи вычислил 109 моделей для звезд типа RR Лиры, варьируя внешние параметры. Так, при изменении эффективной температуры от  $8000^\circ$  до  $5300^\circ$  происходит изменения периода и переход колебаний от первого оборота на со сравнительно коротким периодом до "переходного" периода, после чего начинаются колебания в основной частоте с большим периодом. Есть такой промежуток температур, когда колебания действуют совместно. Все это соответствует подтипам RRc, RR(B), RRab, а по величине "переходного" периода в скоплениях можно оценить светимость данной группы звезд типа RR Лиры.

Благодаря успехам в области атомной физики были получены более точные данные о коэффициенте поглощения излучения различными химическими элементами, и теперь ясно, что пульсационная неустойчивость звезд может возникать не только в зоне частичной ионизации гелия, но также в зонах ионизации других элементов. Механизм возбуждения пульсаций оказался настолько универсальным, что позволяет объяснить наблюдаемую переменность как радиально, так и нерадиально пульсирующих звезд. Все больше подтверждений о возникновении радиальных и нерадиальных пульсаций в звездах типа RR Лиры возникает при анализе всех наблюдательных явлений и теоретических расчетов.

Звезды типа RR Лиры постоянно находятся под пристальным вниманием астрономов и любителей астрономии. Важными для исследования являются детальные кривые блеска, моменты максимумов, по которым можно вычислить изменения периодов. Накопление этих данных позволяет выяснить направление эволюции этих звезд с течением времени. Определение химического состава и металличности необходимы для уточнения внутреннего строения звезд, шкалы расстояний в Галактике и за ее пределами.



## ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Г.М.Рудницкий

Долгопериодические переменные (ДПП) занимают видное место среди переменных звёзд поздних классов. Это холодные красные гиганты спектральных типов M, S или C. Согласно существующим представлениям о звёздной эволюции, звёзды главной последовательности, имеющие массу порядка солнечной или несколько более, на заключительном этапе эволюции вступают в фазу красного гиганта. Основной физической механизм перехода к красному гиганту: в ядре исчерпано водородное ядерное горючее, а затем и гелий. Когда весь водород и весь гелий в центральных областях звезды выгорели, в центре звезды находится выродившее углеродно-кислородное ядро, а горение более легких элементов – водорода и гелия – происходит в одном или двух слоях вблизи ядра – "слоевых источниках".

У звезды развивается мощная конвективная зона, в которой перенос энергии наружу происходит восходящими потоками вещества. Это приводит к увеличению радиуса звезды в сотни раз, вплоть до величин порядка одной астрономической единицы. Эффективная температура поверхности снижается до 2000-3000 К. Звезда смещается вверх по диаграмме ГР от своего положения на главной последовательности и в конечном счёте достигает ветви красных гигантов (Рис. 1).

На стадии красных гигантов многие звёзды испытывают колебания блеска с периодами в несколько сот суток. Такие звёзды относятся к ДПП. Они разделяются на две группы – переменные типа o Ceti, либо Миры Кита (M – мириды) и полуправильные переменные (semiregular – SR).

К миридам относятся звёзды с амплитудами изменчивости блеска в визуальной области более 2,5 звёздных величин. Рекорд принадлежит яркой мириде

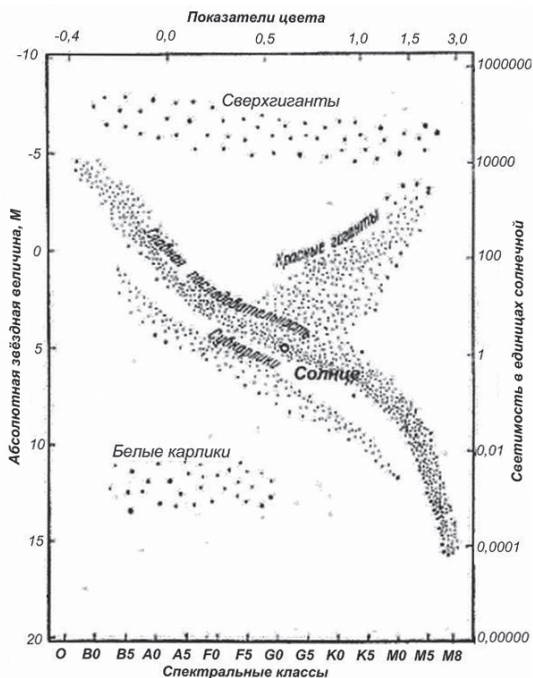


Рис. 1. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела (ГР)

$\chi$  Cyg, её амплитуда в визуальных лучах достигает 11 величин. Большие амплитуды вариаций оптического блеска у мирид объясняются высокой непрозрачностью, создаваемой молекулами в видимой области спектра. При изменениях температуры в течение цикла переменности даже небольшие вариации содержания молекул приводят к сильным изменениям коэффициента непрозрачности; отсюда сильная переменность блеска в фотометрических полосах видимой и ближней ультрафиолетовой областей спектра, достигающая нескольких звёздных величин. В инфракрасном диапазоне спектра эффект непрозрачности выражен гораздо слабее, инфракрасные и болометрические амплитуды долгопериодических переменных существенно меньше. Образцы кривых блеска для некоторых ярких переменных типа Миры Кита даны на рис. 2.

Изменения блеска мирид происходят более или менее регулярно, периоды большинства мирид находятся в интервале от 150 до 600 суток (рис. 3). Очень малое число звёзд среди известных мирид имеют периоды менее 100 суток и более 600 суток: AX Mus ( $P = 99$  суток), V467 Mon (96 суток), OZ Sco и AM Sgr (95 суток), AL Sgr (78.26 суток). Наиболее долгопериодические мириды: V581 CrA ( $P = 1100$  суток), V1156 Sgr (1262 суток), EI Sct (1540 суток), CD Pup (1730 суток).

Относительно регулярную кривую блеска имеют лишь немногие мириды. От одного цикла к другому форма кривой меняется. Иногда максимум может наступить на месяц раньше или позже по сравнению с моментом, предсказанным средними элементами блеска. Высоты максимумов неодинаковы (до 2 звёздных величин относительно среднего значения). У большинства мирид кривая блеска асимметрична, обычно восходящая ветвь круче, чем нисходящая. На обеих ветвях могут появляться особенности в виде ступенек и горбов, которые от цикла к циклу не повторяются. Предельный случай – наличие двух максимумов в течение одного цикла переменности (примеры: R Cen, R Nor).

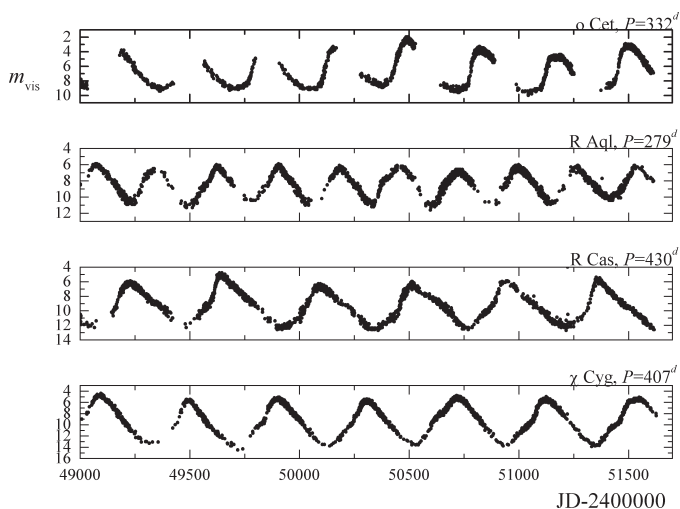


Рис. 2. Кривые блеска долгопериодических переменных типа Миры Кита (данные AFOEV)



Некоторые звёзды испытывают изменение периода. Так, с 1856 года до настоящего времени период мириды R Aql сократился с 348 до 279 суток. У звезды R Hya, известной как переменная с 1704 года, период вначале был около 500 суток, теперь он составляет 385 суток. У некоторых мирид (их немного) период увеличивается. Например, у W Dra период возрос с 257 суток в 1904 году до 279 суток в 1969 году.

В инфракрасной области спектра кривые блеска переменных типа Миры, как правило, имеют запаздывание по фазе относительно визуальной кривой. Это запаздывание нарастает с увеличением длины волны и к 10 мкм может достигать  $0.4P$ , где  $P$  – период звезды. При этом, как было отмечено выше, с ростом длины волны амплитуда вариаций блеска уменьшается, так что болометрический блеск звезды меняется не очень сильно, в отличие от видимого блеска в визуальной области.

Полуправильные переменные поздних спектральных классов (M, S, C) отличаются от мирид тем, что их амплитуды изменения блеска меньше 2.5 звёздных величин, а кривые блеска менее регулярны, чем у мирид. Полуправильные переменные, в свою очередь, подразделяются на подклассы SRa, SRb, SRc. Звёзды SRa – переменные гиганты с хорошо выраженной периодичностью, отличаются от мирид лишь меньшей амплитудой кривой блеска (пример: W Hya). Звёзды SRb (гиганты) и SRc (сверхгиганты) меняют блеск менее регулярно, иногда квазипериодические вариации сменяются нерегулярными или блеск становится почти постоянным. Длительность циклов переменности звёзд SRb и SRc составляет от 20 до 2000 суток. Примеры: RT Vir, RX Boo, VX Sgr. Кривые блеска для некоторых полуправильных переменных приведены на рис. 4.

В 4-м издании Общего каталога переменных звёзд (Холопов и др. 1985, 1987) ДПП составляют самую многочисленную группу переменных. Мирид в основной части ОКПЗ 5829, а полуправильных поздних спектральных классов (типа SR, SRa, SRb, SRc) еще около трёх тысяч. В конце XX века список известных мирид пополнился после окончания обзора NSVS (Northern Sky Variability Survey – Обзор переменности северного неба), выполненного в 1997-2001 гг. в Лаборатории Лос Аламос на автоматическом телескопе ROTSE-1. Всего таких звёзд в каталоге 8678. Из них мирид 2476. Остальные могут быть отнесены к полуправильным переменным звёздам.

К долгопериодическим переменным примыкают малоисследованные медленные красные переменные классов L, Lb, Lc – гиганты и сверхгиганты. Всего их в 4-м издании ОКПЗ 2276. Многие из них при более подробном исследовании могут оказаться миридами или полуправильными переменными звездами.

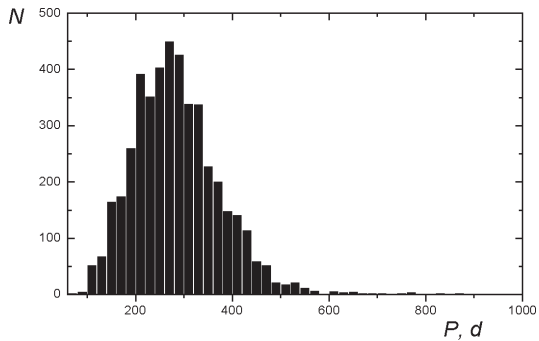


Рис. 3. Распределение звёзд типа Миры Кита по периодам. Максимум приходится на величину  $P = 284$  дня.

Большое количество известных ДПП объясняется отчасти их высокой светимостью, до  $10^4$  светимостей Солнца и более (благодаря чему они могут наблюдаться на больших расстояниях), отчасти большой амплитудой переменности блеска в видимой области спектра, достигающей нескольких звёздных величин. На самом деле ДПП составляют лишь небольшую долю в общем звёздном населении Галактики, так как стадия, в течение которой звезда проявляет себя как ДПП, очень кратковременна и занимает в эволюции звезды не более одного миллиона лет.

Общепринято, что изменения блеска долгопериодических переменных вызваны их пульсациями. В этом долгопериодические переменные подобны другому типу пульсирующих переменных звёзд – цефеидам, однако периоды переменности блеска у мирид значительно длиннее, чем у цефеид. Пульсации мириды создают в атмосфере звезды ударную волну, которая нагревает газ и разрушает молекулы – основной источник непрозрачности атмосферы. Это "просветляет" атмосферу, и блеск звезды возрастает. Затем газ остывает, молекулы вновь образуются, непрозрачность растёт, и блеск звезды падает. Однако до сих пор нет единого мнения о том, какой именно физической механизм заставляет звезду колебаться – пульсировать. Здесь ещё большой простор для работы теоретиков.

Вследствие большого радиуса звёзд и малого ускорения силы тяжести во внешних слоях их атмосфер звёзды интенсивно теряют вещество. По мере расширения выброшенного вещества при снижении температуры газа до величин  $<1000$  К начинается конденсация пыли из атомов тяжёлых элементов. Давление излучения звезды на пыль ускоряет пылинки наружу. Столкновения пылинок и молекул газа приводят к тому, что пыль увлекает за собой газ. Указанные эффекты ведут к потере массы, причем скорость потери массы может достигать у разных мирид величин  $10^{-7}$ - $10^{-5}$  масс Солнца в год. Далее от звезды остаётся выброшенное горячее ядро – белый карлик, а его ультрафиолетовое излучение ионизирует расширяющуюся оболочку, которая превращается в планетарную туманность.

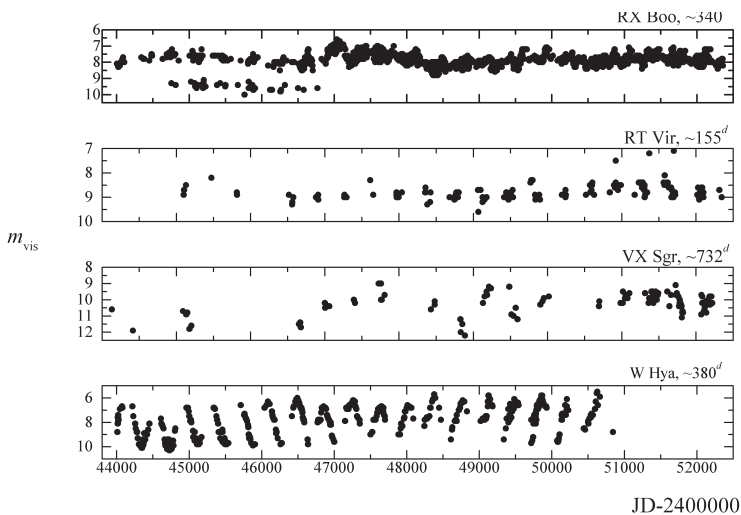


Рис. 4. Кривые блеска полуправильных переменных (данные AFOEV – см. ниже)

Впервые сценарий такого перехода предложил И.С.Шкловский в своей работе 1956 года. Шкловский отметил, что вырожденное ядро в центре красного гиганта представляет собой готовый белый карлик, окружённый обширной конвективной оболочкой. После освобождения ядра от окружающей оболочки возникает система "планетарная туманность + белый карлик". Потерянное вещество образует вокруг звезды протяжённую газопылевую оболочку, которая, расширяясь, рассеивается в межзвёздной среде. Стадия потери массы – от сотен тысяч до миллиона лет – очень кратковременна по сравнению с временем жизни звезды солнечной массы на главной последовательности (несколько миллиардов лет).

В последние годы интерес к ДПП резко возрос. С одной стороны, это обусловлено развитием техники радио и инфракрасных наблюдений, позволяющих непосредственно исследовать околозвёздные оболочки и околозвёздную пыль. С другой стороны, общепризнанной стала важная роль ДПП в эволюции звёзд с массой 1-8 масс Солнца. Вследствие этого постоянно увеличивается количество публикаций, посвященных ДПП.

Подобно цефеидам, долгопериодические переменные обладают зависимостью "период-светимость", которая даёт возможность по фотометрическим периодам звёзд оценивать расстояния для них. Во время астрометрического эксперимента на спутнике HIPPARCOS выполнены прямые измерения тригонометрических параллаксов для многих переменных типа Миры. Однако эти параллаксы неточны, что приводит к ошибкам в расстояниях до  $\pm 50\%$ . Причина состоит в том, что при расстояниях в 100-300 пк и радиусе фотосферы 1-2 астрономические единицы величина параллактического смещения порядка видимого углового размера звезды. Кроме того, инфракрасная интерферометрия мирид показала наличие на дисках звёзд горячих пятен, которые со временем могут перемещаться по диску. Этот эффект смещает оптический центр тяжести диска и существенно снижает точность измеряемого параллакса. Поэтому к параллаксам мирид, полученным на HIPPARCOS, нужно относиться с осторожностью.

Самые близкие к Солнцу долгопериодические переменные звёзды –  $\alpha$  Сет и W Нуа, расстояния до них по разным определениям порядка 100 пк. Самые удалённые известные ДПП находятся в других галактиках – Большом Магеллановом Облаке, M31, M33, NGC 5128. Расстояния до них составляют от десятков килопарсек до нескольких мегапарсек.

Наиболее заметные особенности в оптических спектрах ДПП – полосы поглощения двухатомных молекул. Набор наблюдаемых молекул определяется химическим составом звезды. Звёзды спектрального класса M богаче кислородом, в их атмосферах отношение содержаний по числу атомов кислорода и углерода  $[O]/[C] > 1$ , и наблюдаются полосы окислов TiO и VO. В S-звёздах  $[O]/[C]$  около 1, в их спектрах присутствуют полосы ZrO. В C-звёздах (углеродных)  $[O]/[C] < 1$ , наблюдаются полосы CN,  $C_2$  и других углеродосодержащих молекул.

Помимо полос поглощения в видимой и инфракрасной областях спектра, околозвёздные молекулы проявляют себя многочисленными эмиссионными линиями в радиодиапазоне. Слои вещества, излучающие в радиолиниях молекул, расположены в околозвёздной оболочке, дальше от центра звезды, чем фотосферные слои, создающие молекулярные полосы поглощения в видимом и инфракрасном диапазонах. Наблюдаются главным образом радиолинии простых

двухатомных молекул, в первую очередь окиси углерода CO в диапазоне миллиметровых радиоволн на волне 2.6 мм. Особым случаем молекулярного радиоизлучения является мазерная эмиссия околозвёздных оболочек в линиях OH (на волне 18 см), H<sub>2</sub>O (на волне 1.35 см), SiO (на волнах 7 мм, 3.5 мм и др.), HCN (волна 3.3 мм и др.). Мазерное излучение весьма интенсивно. Оно создаётся тем же механизмом, что и в лабораторных генераторах света и радиоволн – лазерах и мазерах. Открыто несколько сот космических источников молекулярного мазерного радиоизлучения, связанных с миридами и полуправильными переменными. Молекулярное радиоизлучение переменных звёзд поздних спектральных классов несёт информацию о внешних слоях газопылевых околозвёздных оболочек, оно позволяет оценивать физические условия в них и определять скорость потери вещества звёздами. Наблюдения интенсивного мазерного радиоизлучения мирид методом радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами, выполненные со сверхвысоким угловым разрешением (порядка миллисекунд дуги, что гораздо выше, чем в оптических наблюдениях) позволяют также определять параллаксы звёзд типа Миры. Так, недавно были измерены радиопараллаксы для трёх звёзд типа Миры: S CrB, U Her и RR Aql.

Исторический прототип класса долгопериодических переменных звезда Мира Кита (о Ceti) была открыта в 1596 году голландским любителем астрономии Давидом Фабрициусом (1564-1617). Наряду с Алголем Мира была в числе первых периодических переменных звёзд, найденных на небе (период Миры 331.2 суток). В течение XVII-XVIII веков было открыто ещё несколько мирид, ныне известных как  $\gamma$  Cyg, R Hya и R Leo; в максимуме блеска все эти звёзды хорошо видны невооружённым глазом. Большое число ДПП было обнаружено в середине XIX века при систематическом обзоре неба в Бонне. Звезды носят обозначения, присвоенные составителем Боннского Обозрения Фридрихом Аргеландером (1799-1875) – во многих созвездиях это звёзды, обозначенные латинскими буквами R, S, T и так далее: R Aql, R Sgr, S CrB, T Ser...

Большой вклад в последующее исследование ДПП с начала XX века внесли любители астрономии. Следует отметить огромные базы визуальных наблюдений ДПП, созданные Ассоциациями наблюдателей переменных звёзд – Американской (AAVSO), Французской (AFOEV), Японской (VSOLJ). И значение визуальных любительских наблюдений долгопериодических переменных звёзд со временем не снижается, а наоборот возрастает. У профессиональных астрономов не всегда доходят руки до углублённого исследования конкретных звёзд. Многочисленные любители по всему миру, регулярно наблюдающие выбранные ими звёзды, могут внести и вносят ценный вклад в исследование этих крайне интересных объектов. В частности, некоторые мириды испытывают быстрые вспышки, когда блеск возрастает на 1 звёздную величину за время порядка нескольких часов. Природа вспышек пока неясна. Возможно, они связаны с эпизодическим протеканием вещества на близкий маломассивный спутник мириды. Здесь важно набрать статистику таких явлений. В долгосрочной перспективе интересно исследование изменений кривых блеска мирид в последовательных циклах переменности, а также вековые изменения периодов мирид. Можно пожелать любителям астрономии новых успехов в исследовании долгопериодических переменных. Работы всем хватит на долгие годы.

## ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ СВЕРХВЫСОКОЙ СВЕТИМОСТИ (LBV – ветровые переменные)

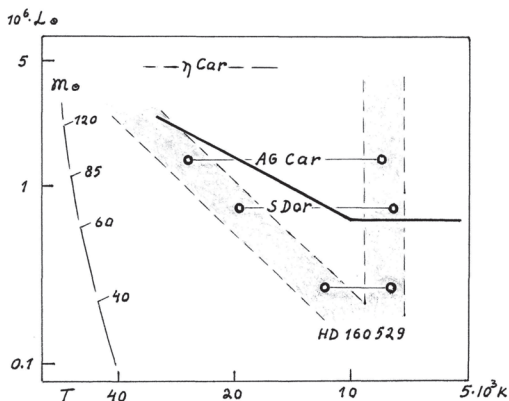
Е.Л. Ченцов

LBV = Luminous Blue Variables, то есть голубые переменные высокой светимости. Подыскивая ключевое слово для этого вида переменных звезд, я остановился на «псевдофотосфере» и для проверки запросил ее в Интернете – первым же откликом была заметка о феномене  $\eta$  Киля. Значит подходит.

Если фотосфера – поверхностный слой звезды, излучающий непрерывный спектр, континуум, то псевдофотосфера – это непрозрачный в континууме и излучающий его звездный ветер. Приставка «псевдо» (ложный, мнимый) подчеркивает, что мы видим отделившуюся от звезды газово-пылевую оболочку, маску (или, если хотите, более злободневную балаклаву), скрывающую собственно фотосферу. Псевдофотосферы эпизодически образуются и у других переменных (новых, симбиотических и других), а LBV, как и все горячие гипергиганты (старое неуклюжее название сверх-сверхгиганты), пульсируют, демонстрируя также и так называемую  $\alpha$  Cyg–переменность, но специфический, только им присущий характер изменения блеска, цвета, спектра обусловлен колебаниями оптической толщи их мощных звездных ветров.

Колебания блеска, вызванные пульсациями, пятнистостью, двойственностью, наблюдаются у звезд любых масс и светимостей, а LBV- переменность – привилегия самых массивных и соответственно самых ярких из них, их «высокая болезнь». Это понятно: горячая массивная звезда теряет вещество под давлением собственного излучения и потери тем больше, чем выше светимость. Так что, обсуждая положение LBV на диаграмме «температура-светимость», мы можем ограничиться ее верхним левым углом, представленным на рисунке. Здесь обитают звезды, каждая из которых может светить как сотня тысяч, миллион и даже несколько миллионов солнц – в соответствии с их исходными массами (отмечены на линии нулевого возраста у левого края рисунка).

И если не вполне понятно, то, по крайней мере, не удивительно существование предела, выше которого звезд уже нет – на рисунке эта область избегания огорожена жирной изломанной линией. Более массивные звезды образуются реже и живут меньше (эволюционируют быстрее) менее массивных. Звезда массой 100 масс Солнца образуется одна на миллион звезд солнечной массы, а наблю-



дается одна на миллиард звезд. Но дело не только в этом. Звезды с массами в 30-40 солнечных, покидая главную последовательность, еще достигают в своей эволюции стадии красного сверхгиганта, - перемещаясь вдоль горизонтального отрезка жирной линии, - уходят за его правую рамку рисунка. Затем они возвращаются в область горячих (голубых) гипергигантов, потеряв большую часть массы, но сохранив светимость, что способствует развитию у них мощных ветров. У более массивной звезды саморазрушение сильнее, и ее эволюционный трек на диаграмме «температура-светимость», не доходя до области красных сверхгигантов, как бы натывается на наклонную границу обитаемой области и поворачивает влево, и тем раньше, чем массивнее звезда.

Однако на нашем рисунке из четырех представителей класса LBV три более яркие все же «совершают экскурсии» в запредельную область диаграммы. Роберт Хэмфрис, один из лидеров исследований LBV, называет такие звезды «самозванцами»: по цвету и спектральному классу – вроде бы обычные гипергиганты А-F, причем независимо от светимости, все они размещаются в вертикальной полосе с температурами 7000 – 9000 К, но когда псевдофотосфера рассеивается, оказываются гипергигантами В-О в наклонной полосе от 12000 до 30000 К.

Изменения цвета, спектра – это уже переменность, но привычно-то, чтобы изменялся блеск. А прямые, соединяющие на рисунке горячее и холодное состояния объектов, горизонтальны. То есть их светимости не меняются? Здесь необходимо наконец пояснить, что до сих пор имелась в виду полная светимость, охватывающая весь спектр, от ультрафиолета до микроволновой области (так называемая болометрическая). Вот она действительно остается постоянной. Но при этом псевдофотосфера перекачивает энергию из одной области спектра в другую. То же самое происходит вблизи максимума блеска новых звезд. По мере того, как ветер горячей звезды уплотняется, охлаждается и становится непрозрачным в континууме, она тускнеет в синей области спектра, а в визуальной (в фотометрической полосе V) набирает яркость. Наклонная и вертикальная полосы на рисунке – области, в которых LBV пребывают соответственно в фазах минимума и максимума визуального блеска.

Непривычное покраснение на подъеме блеска у LBV (вместо привычного посинения) вместе с их малочисленностью долго сдерживали осмысление их природы – «самозванцам» удавалось вводить исследователей в заблуждение. В 1953 году Э.Хаббл и А.Сэндидж выделили несколько ярчайших звезд в галактиках M31 и M33 в новый класс переменных. Кривые блеска у них похожи на таковые у неправильных переменных спектрального класса M, но они горячее, спектральный класс в максимуме блеска – F. Когда блеск падает, они становятся еще горячее: проглядывает фотосфера, но поначалу основное внимание удерживала на себе маскирующая звезду оболочка. Сейчас надежно установлено, что по крайней мере переменные В и С в M33 по всем параметрам подобны классическим LBV AG Car в нашей Галактике и S Dor в Большом Магеллановом Облаке. Но, помнится, А.С.Шаров, организовавший службу переменных в M31 и M33, сделавший в 1974 году на международном симпозиуме обзорный доклад «Переменные типа S Dor в других галактиках», еще в 1981 году удивлялся: «Неужели они действительно краснеют при поярчании?»

Обратимся к индивидуальным объектам. Оценки некоторых их параметров собраны в таблице, это:

- болометрические светимости  $L$  (в миллионах солнц),
- промежутки времени  $\Delta t$  (в годах) между выбросами, порождающими псевдофотосферу,
- температуры  $T$  в минимумах и максимумах визуального блеска,
- перепады блеска между этими фазами  $\Delta V$  (в звездных величинах),
- темпы потери массы во время выбросов (в стотысячных долях массы Солнца в год) и
- скорости ветра в фазе максимума.

Название звезды	Светимость ( $10^6 L_{\odot}$ )	Интервалы			Потеря массы ( $10^{-5} M_{\odot}/\text{год}$ )	$V(\text{max})$ (км/с)
		$\Delta t$ (годы)	$T$ ( $10^3\text{K}$ )	$\Delta V(\text{m})$		
$\eta$ Car	5	>100	15,30 – 5	> 8	100	210
AG Car	1	12:	30 – 9	2	3	100
S Dor	0.7	15:	25 – 8	1.2	5	80
HD 160529	0.3	15:	12 – 8	0.5	1	100

$\eta$  Car – ярчайшая из LBV, и в отличие от объектов, занимающих нижние строки таблицы, в фазе максимума повышена не только ее визуальная, но и болометрическая светимость, большую часть которой поставляет околозвездная пыль в инфракрасной области спектра. То, что произошло со звездой во второй четверти XIX века, называют великим выбросом, «медленной сверхновой»: 20 лет ее блеск не опускался ниже 1-й величины, а в максимуме доходил до -1-й, и тогда ярче ее на небе был только Сириус! Это самый мощный наблюдавшийся взрыв, после которого звезде удалось уцелеть. Возможно, он и был «репетицией» настоящей сверхновой или гиперновой. Если же такие великие выбросы повторяются, то настолько редко, что пока можно оценить только верхний предел их частоты.

По-видимому даже в минимуме, который пришелся на первую половину XX века,  $\eta$  Car полностью не освободилась от псевдофотосферы. Для него в таблице приведены два значения температуры. Дело в том, что  $\eta$  Car двойная звезда. Более холодный компонент с массой 90 масс Солнца светит как 4 миллиона солнц, еще 1 миллион добавляет горячий компонент с массой 30 масс Солнца. Предельные скорости ветров холодной и горячей звезд 500 и 3000 км/с соответственно, но темп потери массы у первой в 100 раз больше: он обеспечивается не скоростью, а плотностью ветра. Орбиты вытянуты, и сближение звезд, повторяющееся каждые 5.5 лет, может способствовать развитию выброса.

Какой  $\eta$  Car была в максимуме блеска, мы знаем, как ни странно, гораздо лучше. В начале XX века один из наблюдателей заметил, что «ее невозможно сфокусировать, хотя соседние звезды совершенно резкие». Очевидно виновата оболочка, которая к концу века развилась в то, что мы видим на знаменитом снимке с телескопа Хаббла – «дабл-бабл», два пятнистых газово-пылевых пузыря, раздувающиеся в противоположные стороны со скоростью около 600 км/с. В 1840-е годы непрозрачной оболочки еще не было, но, увы, не было и нужных наблюдательных средств – не только спектроскопия,



но и фотография еще не пришли в астрономию, и все что мы имеем,- глазомерные оценки блеска. Однако за прошедшие 170 лет в прогрессе в наблюдательной технике буквально догнал свет! Только что в журнале «Nature» появилось сообщение: в полуградусе от  $\eta$  Car поймано «световое эхо» (свет от ее вспышки в XIX веке, рассеянный соседним пылевым облаком), получен его спектр. Спектральный класс псевдофотосферы – G (отсюда приведенная в таблице температура), скорость ее расширения всего 210 км/с.

Еще одна LBV нашей Галактики, по-видимому, также претерпевшая великий выброс, – Р Лебеда (Р Cug). Она же – первая обнаруженная переменная этого класса, в 1600 году «появилась на небе» как звезда 3-й величины, через 20 лет снова пропала до середины XVII-го века. Сейчас ее блеск колеблется около 5-й величины, это единственная LBV, которую в наших широтах можно видеть простым глазом. Как и  $\eta$  Car, Р Cug обладает инфракрасным избытком излучения и хорошо различной околосредней оболочкой, но главное, чем она знаменита – ее спектр. На диаграмме температура-светимость она помещается в наклонной полосе минимумов между AG Car и S Dor, но почти все линии в ее спектре имеют сложные профили, характерные для спектров LBV в максимуме блеска. Это эмиссии, оттененные с синей стороны абсорбциями («профили типа Р Cug»), такие линии формируются в расширяющейся оболочке звезды. Более того, в широких абсорбционных составляющих линий видны узкие компоненты, постепенно смещающиеся по профилю в синюю сторону и ослабевающие. Ветер Р Cug порывистый: оболочки одна за другой срываются со звезды, и, удаляясь от звезды, ускоряются и рассеиваются.

AG Car соседствует на небе с  $\eta$  Car, но гораздо дальше ее. На прямых снимках хорошо видна пылевая оболочка, выброшенная 10 тысяч лет назад и дающая инфракрасный избыток. В максимуме визуального блеска – спектр гипергиганта А, многие линии имеют Р Cug-профили, приведенное в таблице значение скорости получено по их абсорбционным компонентам. Ветер двухкомпонентный: наряду с медленной плотной составляющей, испускаемой экваториальной областью звезды, наблюдается быстрая, исходящая из полюсов со скоростью 1000 км/с. Когда блеск снижается до минимального, появляется спектр WN9/Of («слэш-спектр» на жаргоне), сочетающий черты азотной звезды Вольфа-Райе и горячей эмиссионной звезды О. Избыток гелия и азота при дефиците водорода, углерода и кислорода в атмосферах AG Car и других LBV говорит о том, что они могут быть эволюционными предшественниками звезд Вольфа-Райе.

S Dor большую часть времени сохраняет блеск максимальным (С.Гапошкин даже заподозрил в ней затменную двойную). Близка к AG Car по всем параметрам, кроме более слабых инфракрасного избытка и околосредней оболочки. Ветер также двухкомпонентный, причем вещество его медленной составляющей иногда совсем останавливается и даже выпадает обратно на звезду, тогда прямые Р Cug-профили спектральных линий сменяются инверсными: абсорбционное оттенение появляется с красной стороны эмиссии.

Здесь уместно упомянуть объект IRC+10420, сильнейший инфракрасный источник и кандидат в LBV. Его пылевое окружение и упомянутое выше «световое эхо» позволили осмотреть звезду с разных сторон и построить так называемую



«капельную модель»: против разреженного, но быстрого ветра, дующего с поверхности звезды, на нее выпадают сгустки плотного газа – «ветер с дождем».

Звезда HD 160529. Инфракрасный избыток и околосветная оболочка отсутствуют, амплитуда колебаний блеска мала, но звезда уверенно причисляется к LBV: в максимуме она краснее, чем в минимуме, значит формируется псевдофотосфера.

Самая малоамплитудная LBV на сегодняшний день – HD 168607, гипергигант спектрального класса В. Вместе со своей соседкой HD 168625, отстоящей от нее на небе на одну угловую минуту, а в пространстве на полтора-два световых года, они образуют физическую пару LBV. Ее спектроскопический мониторинг ведется с помощью 6-метрового телескопа САО РАН. Любопытно, что первая звезда, как и HD 160529, не имеет ни видимой оболочки, ни инфракрасного избытка, но показывает «правильное» сочетание изменений блеска, цвета и спектра, а вторая в прошлом обзавелась и тем, и другим, но, как Р Суг, пребывает сегодня в «спящем» состоянии.

Здесь мы переходим от звезд LBV к более широкому кругу объектов с LBV-переменностью. Списки тех и других пополняются очень активно, но в основном кандидатами, достоверных LBV все еще набирается лишь по несколько штук на галактику. Все же их участие в галактическом метаболизме заметно: они поставляют в межзвездную среду тяжелые элементы и механическую энергию, влияют на звездообразование в тесных комплексах, ионизируют межзвездный газ и нагревают межзвездную пыль. К тому же, как все выходящее за пределы привычного, они просто очень интересны.

*Позволю в заключение отступление от темы.* Для читателей календаря Конца Света (КС), назначенный на декабрь 2012 года, уже позади, но они конечно оценили то усердие, с которым СМИ, и прежде всего телевидение, нас «просвещали». Один из вариантов КС – Анти-Земля, планета, прячущаяся за Солнцем в противоположной точке земной орбиты, совсем такая, как наша, обитаемая врагами, которые к концу года нас атакуют. А может ее и нет, злодейки? Увы, есть, и даже иногда выглядывает из-за Солнца, Кассини успел ее заметить – в XVII веке. Но миллионы людей наверно не знают, что наши глаза уже не привязаны к Земле. И что есть «Кассини»- искусственный спутник Сатурна, изучающий вблизи его естественные спутники, в том числе и те, что Кассини открыл когда-то с Земли. И они наверно не видели переданного с «Кассини» снимка, на котором Солнце закрыто Сатурном и не мешает разглядеть бледную точку – нашу Землю. И не надо им его видеть! Ведь на снимке помешается ВСЯ орбита Земли... Сколько усилий и дорогого телевизионного времени потрачено, чтобы все это скрыть, засекретить!

К звездам мы еще не летаем, но как хорошо, что среди них есть такие, как LBV. Более других ассоциируясь с КС, они в то же время столь отзывчивы на любознательность, что, находясь за тысячи световых лет от нас, позволяют «приблизиться» и осмотреть себя со всех сторон, не отрываясь от Земли.

## НОВОСТИ АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКИ

**Амазия – в будущем новый континент Земли.** Современные средства наблюдений с использованием радиоинтерферометров со сверхбольшими базами и навигационных спутниковых систем позволяют определять движения литосферных плит, на которых находятся земные континенты, с точностью до одного миллиметра в год. Эти данные свидетельствуют о постепенном сближении континентов. Известно, что за всю историю Земли сначала образовывалось три суперконтинента: Нуна (1,8 – 1,5 миллиарда лет назад), Родиния (1,1 – 0,75 миллиарда лет назад) и Пангея, которая 150-220 миллионов лет назад раскололась на Лавразию и Гондвану. В последующем образовались существующие ныне континенты. Опубликованная в журнале "NATURE" статья представляет прогноз развития событий на ближайшие 200-300 миллионов лет. В представленной учеными модели последовательность событий такова: Северная Америка соединяется с Южной, при этом исчезает Карибское море, после чего Америка сливается с ЕвроАзией и к ним позднее присоединятся Африка и Австралия. В стороне от этих процессов остается лишь Антарктида. Ученые назвали потенциальный будущий суперконтинент Амазией.

**Океан на спутнике Нептуна.** Ледяная поверхность Тритона, самого большого спутника Нептуна, по мнению астрофизиков из университета штата Мэриленд (США), может скрывать под своей поверхностью жидкий водно-аммиачный океан. Считается, что Тритон сформировался не в окрестностях Нептуна, а на окраинах Солнечной системы, в так называемом поясе Койпера. На это указывает аномально высокая плотность его материи и необычное направление вращения Тритона по его орбите. Под действием прилива, создаваемого Нептуном, под его поверхность образуется жидкая прослойка из углеводородов или смеси воды и аммиака. Признаки существования океанов обнаружены у Европы – спутнике Юпитера, спутников Титана и Энцелада у Сатурна.

**У Плутона обнаружен пятый спутник.** Космический телескоп "Хаббл" обнаружил пятый спутник Плутона. Его размеры находятся в пределах от 10 до 24 км. Плутон до 2006 года считался девятой планетой Солнечной системы, затем Международный астрономический союз (МАС) понизил его статус до карликовой планеты. В 2008 году астрономы присвоили Плутону статус плутоида. Первый и самый большой спутник Плутона Харон диаметром в 1043 км был открыт в 1978 году. В 2005 году тот же "Хаббл" обнаружил у Плутона два спутника, получившие название Никс и Гидра (от 32 до 113 км в диаметре). В 2011 году "Хаббл" обнаружил четвертую луну Плутона диаметром от 13 до 34 километров. Удивительный мир Плутона и его спутников передаст космический корабль "Новые горизонты", который должен достичь его окрестностей в июле 2015 года.

**Фейверк открытый экзопланет – планет у других звезд.** Орбитальный телескоп "Кеплер" обнаружил две планеты, по размерам такие же, как и наша Земля. До сих пор обнаруженные учеными самые маленькие экзопланеты имели в поперечнике 1.4-1.6 диаметра Земли, а по массе превосходили её примерно в 2-5 раз. Новые экзопланеты Kepler-20e и Kepler-20f имеют размеры всего 0.87 и 1.03 радиуса Земли! Астрономы предполагают, что это скалистые миры, но существование жизни там маловероятно, поскольку из-за близости к своей звезде (орбитальные периоды их составляют 6,1 и 19,6 дня), температуры на поверхности планет достигают 760 и 427 градусов Цельсия. Звезда, у которой обнаружены экзопланеты, находится от Земли на расстоянии 950 световых лет и имеет

еще три планеты, подобные планетам гигантам в нашей Солнечной системе. Интересно, что орбиты всех пяти планет у этой звезды размещаются в пределах орбиты Меркурия. Спустя несколько дней другая международная команда астрономов обнаружила там же ещё две экзопланеты, имеющих по 0.76 и 0.87 радиуса Земли с периодом обращения всего 5.76 и 8.23 часа! Итак, современные телескопы уже способны находить планеты размером с Землю, осталось найти обитаемый мир подобный нашему.

**Обнаружена горячая водная экзопланета.** Впервые в истории исследования экзопланет обнаружена горячая водяная планета. Она совершает один оборот вокруг своей звезды красного карлика за 38 часов, и температура на ней достигает 230 градусов по Цельсию. Проведенные недавно исследования этой планеты с помощью инфракрасных приборов космического телескопа "Хаббл" показали, что при ее массе в 7 раз большей Земли ее плотность соответствует плотности льда в самом необычном состоянии. При высокой температуре и давлении на этой планете существует горячий лед в ее центре и водяной пар на поверхности.

**Девять планет у одной звезды.** Группа астрофизиков, работающих на 3.6-метровом европейском телескопе обсерватории Ла-Силла в Чили, обнаружила у звезды HD 10180 в созвездии Южной Гидры сначала пять, а затем еще четыре экзопланеты. Таким образом, обнаружение 9 планет вокруг одной звезды стало настоящим рекордом. Пять планет подобны нашему Нептуну. Самая большая из обнаруженных экзопланет является газовым гигантом с массой в 65 раз больше Земли, а самая маленькая каменная планета – всего лишь в два раза больше нашей планеты. Все планеты "горячие", поскольку вращаются вокруг своей звезды с периодами всего лишь 10-68 дней.

**Удивительный мир экзопланет.** Астрономы Европейской Южной обсерватории (ESO), расположенной в Чили, отметили 50-летие своей обсерватории открытием планеты у ближайшей к нам звездной системы  $\alpha$  Центавра, расположенной от нас на расстоянии 4.3 световых года. Эта звездная система состоит из трех удаленных друг от друга звезд. Возле одной из них обнаружена планета с массой 1.13 масс Земли, которая обращается вокруг своего светила на расстоянии в 6 млн.км, что в 25 раз меньше расстояния от Земли до Солнца. Такие планеты называют "горячими", и они непригодны для жизни. Это открытие стало возможным благодаря высочайшей точности измерений на спектрографе 3.6-метрового телескопа. "Мы живем в удивительное время", говорят астрономы, когда возрастающая точность астрономических измерений позволит обнаружить планету подобную Земле в зоне, благоприятной для зарождения жизни. Не менее удивительно, что астрономы-любители вместе с сотрудниками Йельского университета, анализируя данные космического телескопа "Кеплер", впервые обнаружили планету у системы из четырех звезд! Ее радиус составляет около шести радиусов Земли, а масса приближается к половине массы Юпитера.

**На Солнце обнаружены неизвестные ранее образования.** Астрофизики, работающие с данными космических солнечных обсерваторий "SDO" и "STEREO", обнаружили в верхней атмосфере Солнца ранее неизвестные образования, которые получили название "корональные ячейки". Это гигантские плазменные ячейки с ярким центром, темными краями и замкнутым магнитным полем. Располагаются они на границах "корональных дыр", обладающих открытым магнитным полем и создающих потоки энергичных частиц, способных вызывать магнитные бури на Земле. По мнению ученых, взаимодействие "корональных ячеек" и "корональных дыр" определяют скорость и плотность достигающего Земли "солнечного ветра".

**Торнадо на Солнце.** На основании данных, собранных космической обсерваторией "Solar Dynamics Observatory", обнаружено, что между видимой поверхностью Солнца – (фотосферой) и окружающей ее протяженной короной постоянно бушуют около 11 тыс. магнитных плазменных торнадо. Возникают они повсеместно, и их диаметр составляет в среднем около 1500 км. Для Солнца это совсем небольшие размеры и этим объясняется, почему этот феномен был открыт только сейчас. Эти торнадо обеспечивают доставку энергии в корону, разогревая ее до миллиона градусов. Лучше всего видны торнадо в хромосфере – промежуточной области между фотосферой и короной. Возможно, существуют вихри еще меньших масштабов, но они пока недоступны для наблюдений. Информация об этом открытии опубликована журналом "Nature".

**Космический телескоп "Чандра" изменил представление о сверхновой "Cas A".** Один из самых ярких радиоисточников на небе – остаток сверхновой "Кассиопея А". Звезда, образовавшая этот остаток, взорвалась примерно 300 лет назад, ее возраст был определен по скорости разлета остатков звезды. Перед взрывом звезда содержала богатое железом ядро, которое окружал слой серы и кремния. Внешняя оболочка состояла из магния, неона и кислорода. Еще выше лежали лёгкие элементы. Совершенно новые данные об этом объекте получил рентгеновский телескоп "Чандра". Он обнаружил, что в наблюдаемой оболочке остатка более тяжелые элементы такие как железо, сера и кремний оказались на большем удалении от центра взрыва, чем более легкие. Ученые объясняют это необычное явление как результат несимметричного взрыва сверхновой, вывернувшего звезду буквально наизнанку. Следствием этого стало также удаление от центра остатка нейтронной звезды, оставшейся от взрыва.

**В будущем наша Галактика сольется с галактикой "Туманность Андромеды".** Известно, что расстояние между нашей Галактикой "Млечный Путь" и галактикой "Туманность Андромеды" составляет 2.5 млн. световых лет, и они приближаются друг к другу со скоростью 400 тысяч км/час. Оставалось неясным, произойдет прямое их столкновение или они пройдут мимо друг друга. Проведенные недавно наблюдения на космическом телескопе "Хаббл" показали, что через четыре миллиарда лет начнется прямой "контакт" двух галактик вместе с их спутниками. Спустя еще два миллиарда лет обе галактики станут единой звездной системой. Какими станут последствия такого слияния? Прежде всего, количество звезд на небе увеличится вдвое. Непосредственно звезды сталкиваться друг с другом не будут из-за больших расстояний между ними. Однако положение нашей солнечной системы заметно изменится. Кроме того, при слиянии "черных дыр", расположенных в центрах каждой из галактик, произойдет мощный взрыв, но влияние его на нашу Солнечную систему будет зависеть от ее нового "места жительства".

**Феникс – гигантское скопление галактик.** Астрономы из Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики (США) обнаружили гигантское скопление галактик на расстоянии 5.6 млрд. световых лет от Земли. "Галактический кластер" оказался одним из самых ярких источников рентгеновского излучения. Однако самой большой неожиданностью оказалась высокая скорость звездообразования центральной галактики в этом скоплении. По данным космической рентгеновской обсерватории "Чандра" в этой галактике появляется до 740 молодых звезд в год, что составляет примерно по две звезды за день! Ни одна галактика не обладает столь высокой скоростью звездообразования. Само "рождение" и появление звезды означает момент рассеяния окружающей ее газо-

во-пылевой оболочки, скрывающей длительное время звезду, пока идет накопление массы и начало термоядерных реакций в ее центре.

**"Хаббл" увидел "первые" галактики.** В результате проведенной космическим телескопом Хаббл программы "экстремально глубокого обзора" удалось рассмотреть первые галактики, которые появились спустя 450 миллионов лет после Большого взрыва, создавшего нашу Вселенную 13,7 миллиарда лет назад. Их изображение было получено за счет "сложения" двух тысяч изображений одного и того же участка неба, полученных в последние 10 лет. Полученные изображения ранних галактик станут предметом подробного исследования, и здесь можно ожидать немало сенсаций. Продолжение этой программы станет возможным с запуском 6-ти метрового космического телескопа "Джеймс Уэбб" в 2018 году.

**"Вояджеры" будут на связи до 2025 года.** Космические зонды "Вояджер-1" и "Вояджер-2", запущенные 35 лет тому назад для исследований планет-гигантов нашей Солнечной системы, стали самыми удаленными от Земли космическими станциями. Расстояние "Вояджера-1" от Земли составляет 17,9 млрд. км (120 а.е.), "Вояджер-2" удалился на расстояние 98 а.е., и они сейчас пересекают границы гелиосферы. О его приближении к краю гелиосферы свидетельствуют данные, что вокруг аппарата на 10% возросло количество частиц межзвездного ветра, приходящего от звезд скопления Скорпиона-Центавра. О полном "погружении" в межзвездное пространство будет свидетельствовать изменение направления магнитного поля и типа радиации. Межзвездный ветер медленнее солнечного, он более холодный и более плотный. Данные от зондов достигают Землю за 16 часов 38 минут и принимаются радиотелескопами 8-10 часов в сутки. Уменьшение энергетической мощности радиоизотопных генераторов на 45 процентов потребовало отключения ряда приборов, и за этот счет удастся продлить активное состояние зондов по исследованию межзвездного пространства до 2025 года.

**Определены этапы исследований Марса.** Ученые определили основные этапы предстоящих исследований Марса. Первая основная цель предстоящих миссий – доставка образцов марсианского грунта на Землю. Вторая задача – изучение поверхности планеты с определением регионов, благоприятных для существования жизни. Третьей целью станет исследование эволюции планеты, анализ вулканических пород, изменений состава атмосферы и состояния магнитного поля. После решения всех перечисленных выше задач подойдет очередь до последнего и пока весьма отдаленного этапа – отправки человека на Марс. За последние полтора десятилетия НАСА отправило на Марс три орбитальные станции, один посадочный модуль и три марсохода.

**Марсоход приготовился к зимовке.** 25 января отмечалось 8-летие пребывания марсохода "Opportunity" на Марсе. За это время он прошел 34,4 км. Это абсолютный рекорд длительности работы на Марсе и пройденного расстояния. Длительность экспедиции во много раз превысила расчетный срок работы, составлявший всего 90 суток. "Opportunity" запускался в паре со своим "близнецом" "Spirit". Последний увяз в песках Красной планеты и с марта 2009 года прекратил свое движение и сейчас не работает. На Марсе зима намного более холодная, чем на Земле. Продолжительность ее составляет 156 суток (сутки на Марсе почти такие же как и на Земле, а год длится 687 суток.) Зимой температура на Марсе достигает минус 120 градусов по Цельсию. НАСА решило не погружать марсоход в состояние "зимней спячки", он поставлен на "прикол", и его сигналы будут использованы для выявления аномалий во вращении планеты вокруг своей оси. Это позволяет лучше понять, в каком состоянии находится ядро Марса.

**Марсианские хроники – посадка робота "Кьюриосити".** 6 августа 2011 года на поверхность Марса вблизи кратера Гейла совершил успешную посадку марсоход "Кьюриосити". Само место посадки было названо в честь известного писателя-фантаста Рея Бредбери. За прошедшее время были проведены необходимые тестовые испытания. Получена панорама окружающей местности, проверена работа "лазерной пушки", испарившей породу вблизи марсохода. 28 августа было передано на Землю обращение главы НАСА Ч.Болдена к землянам и команде марсохода – так впервые с поверхности Марса прозвучала человеческая речь. 30 августа "Кьюриосити" отправился в свою длительную поездку к Гленелгу – району кратера Гейла, расположенного на расстоянии 400 метров. До своей цели марсоход будет добираться в течении недели.

**Астероид Веста – почти планета.** Космический зонд "DAWN" ("Рассвет") исследует второй по величине астероид Веста (диаметр 530 км) с июля 2011 года. На его изрытой кратерами поверхности ученые обнаружили много неожиданного. Как и у других астероидов, у него есть огромный ударный кратер Реасильвия и другие следы ударов. В то же время перепады высот по отношению к величине его радиуса составляют 15% (у Земли 1-2%), а у других астероидов достигают 40%, что указывает на его принадлежность особому переходному классу небесных тел. На Весте был период активной вулканической деятельности. Большое число метеоритов вулканического происхождения, найденных на Земле, могли прилететь с этого астероида в результате бомбардировки его поверхности другими астероидами. В сентябре 2012 года "DAWN" покинул Весту и в 2015 году должен прилететь к самому большому астероиду Церера.

**Готовится к запуску "охотник за космическим мусором".** В настоящее время наблюдается более чем 19 тысяч кусков ракет и космических аппаратов с размерами свыше 10 сантиметров. При этом количество объектов размером свыше сантиметра на орбите может превышать 600 тысяч – все это "космический мусор". Несмотря на относительно небольшие размеры, мусор опасен из-за высокой скорости и высокой кинетической энергии фрагментов. Швейцарские ученые ведут разработку системы "Clean Space One" для очистки околоземного пространства от космического мусора. Небольшой спутник-буксировщик размерами 30x10x10 см будет приспособлен для захвата "цели" и последующего ее сопровождения до полного сгорания в атмосфере. Первый запуск должен произойти в 2015 году.

**Перспективы космических полетов Китая.** В июне 2012 года китайский космический корабль "Шэньчжоу-9" с тремя членами экипажа на борту успешно состыковался с ранее запущенным орбитальным модулем "Тяньгун-1" ("Небесный чертог"). В составе экипажа женщина-тайконавт (космонавт). В процессе стыковки один человек оставался в орбитальном корабле, а два члена экипажа переходили в орбитальный модуль. В 2020 году Китай создаст свою собственную полноценную орбитальную станцию общим весом в 60 тонн. Таким образом, Китай наряду с Россией и США, стал третьей космической державой, способной самостоятельно создавать космические станции.

**Лунные и солнечные приливы привели "Титаник" к гибели.** К такому выводу пришли ученые Техасского университета в своей статье в журнале "Sky and telescope". В 1912 году под действием аномально больших лунных и солнечных приливов происходило интенсивное разрушение ледников в Гренландии. В Атлантическом океане оказалось гораздо больше айсбергов, чем обычно. Встреча с одним из них стала роковой в судьбе "Титаника" и его пассажиров.

**Астероидная опасность – реальная и мнимая.** В ночь на 14 сентября 2012 года на расстоянии около 3 миллионов км от Земли пролетел астероид 2012 QG42 размером в 310 метров. Никакой реальной угрозы для Земли он не представлял, поскольку пролетел на расстоянии в 7 раз превышающим расстояние до Луны. Объектом пристального внимания является астероид "Апофис", названный по имени древнеегипетского бога-разрушителя Апопа, который при тех же размерах пролетит 13 апреля 2029 года от Земли на расстоянии в 27500 км, что уже значительно ближе Луны. Столкновение с Землей тогда будет маловероятно, но после столь близкого пролета орбита его может измениться настолько, что следующий пролет в 2036 году может стать действительно опасным. Обсуждаются проекты отправки к астероиду спускаемого космического аппарата, с помощью которого будет регистрироваться точная орбита его движения. При возникновении реальной опасности понадобится космическая миссия по его уклонению от Земли.

**Взрывы сверхновых звезд порождают "блуждающие" планеты.** Группа астрономов из Кембриджа (Великобритания) смоделировала взрыв сверхновой и его влияние на окружающие звезду планеты. Результаты расчетов показали, что взрыв сверхновой уничтожает все планеты, расположенные от звезды на таких же расстояниях, как Меркурий, Венера, Земля и Марс в нашей Солнечной системе. Планеты, находящиеся на расстояниях от Юпитера до Нептуна, сильно увеличат свои орбиты. Самые удаленные планеты выбрасываются в межзвездное пространство и могут быть захвачены другой звездой. Наиболее вероятным выброс планет может быть у звезд с массой 7-20 масс Солнца. Таким образом, данная работа позволяет сделать предположение о возможности обнаружения большего числа блуждающих планет. Впрочем, участь жизни на этих планетах, как и тех, что остаются вокруг взорвавшейся звезды, незавидна – вряд ли она сможет сохраниться. Заметим, что наше Солнце не обладает достаточной массой, чтобы взорваться как сверхновая. Однако через миллиарды лет размеры и яркость Солнца сильно возрастут, и жизнь на Земле станет невозможной.

**Где может быть жизнь в нашей Галактике?** На основе недавних открытий астрономы существенно расширили список звезд с планетными системами, в которых могут быть условия для жизни. Было показано, что у звезд красных карликов существуют "суперземли" (масса их 1-10 масс Земли) и они расположены в "обитаемых зонах", допускающих существование воды в жидком виде. Звезды "красные карлики" – самое многочисленное население нашей Галактики – их насчитывается свыше 160 миллиардов, из которых для жизни пригодны десятки миллиардов. Причем на расстояниях от Земли до 33 световых лет таких звезд существует около сотни! Основной вывод такой: "Сверхземля в обитаемой зоне у красного карлика" – таков типовой рецепт пристанища для живых существ в нашей Галактике "Млечный Путь".

**Жизнь во Вселенной могла появиться намного раньше.** Исследования удаленных галактик на расстоянии 10-12 миллиардов световых лет, возникших в самом начале возникновения Вселенной, проведенные учеными из Копенгагенского университета, показали, что в составе их звезд и газа присутствуют такие же химические элементы, как и у нашего Солнца. Ранее полагалось, что необходимо длительное время, пока пройдет несколько поколений звезд, прежде чем появятся в составе газа и пыли тяжелые элементы вплоть до железа. Таким образом оказалось, что в начале рождения Вселенной происходила довольно быстрая смена поколений звезд, и рождались звезды и, вероятно, планеты вокруг них, подобные нашей Земле.



## ХІІ МЕЖДУНАРОДНАЯ ГАМОВСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ-ШКОЛА

Очередная XII Международная Гамовская конференция-школа "Астрономия на стыке наук: астрофизика, космология и гравитация, космомикрoфизика, радиоастрономия и астробиология" прошла 20-26 августа 2012 года в курорте Черноморка – пригороде Одессы. Отметим, что Гамовские конференции-школы не ограничиваются только рамками объявленных научных тем. Без преувеличения можно сказать, что они стали местом встречи, где обсуждается все многообразие астрономической жизни.



В 2012 году школа-конференция была посвящена трем событиям:

- 100-летию со дня начала работы академика А.Я.Орлова, выдающегося ученого и организатора науки, в должностях заведующего кафедрой астрономии и геодезии и директора астрономической обсерватории Одесского (тогда Новороссийского) национального университета;

- 80-летию первых радиоастрономических наблюдений, проведенных К.Янским, и рождению РАДИОАСТРОНОМИИ;

- 25-летию начала работы РСДБ системы "УРАН" НАНУ.

Открытию конференции-школы традиционно предшествует вечер-встреча, который посвящается новостям астрономической жизни. Об итогах работы XII съезда Международного Евро-Азиатского астрономического общества и научной конференции "Астрономия в эпоху информационного взрыва" сообщил сопредседатель общества М.И.Рябов (Одесса). Он же представил материалы, посвященные 80-летию начала радиоастрономии и 25-летию ввода в строй радиотелескопа "Уран-4" в Одессе. В выступлении Президента УАА, академика НАНУ Я.С.Яцкива (Киев) было рассказано о деятельности Украинской астрономической ассоциации, актуальных вопросах и проблемах, связанных с рассмотрением вопроса исчисления времени в Украине. Сопредседатель Научного Оргкомитета академика НАНУ В.М.Шульга (Харьков) посвятил свое выступление памяти безвременно ушедшего из жизни профессора А.А.Минакова, известного, в частности, своими фундаментальными работами по исследованиям гравитационного линзирования. Участники заседания почтили память ушедших из жизни А.А.Минакова, В.Г.Вакулика и А.Шевченко, принимавших активное участие во многих предыдущих Гамовских конференциях и школах. По предложению Я.С.Яцкива благодарные слова памяти (и минута молчания) были сказаны в связи с кончиной выдающегося популяризатора науки, профессора С.П.Капицы.

Открытие Гамовской конференции-школы проводилось с представлением юбилейных научных докладов. Академик Я.С.Яцкив представил доклад "А.Я.Орлов – ученый и научный лидер", профессор В.Г.Каретников (Одесса) – доклад "А.Я.Орлов в Одессе", ст.н.сотр. М.И.Рябов – доклад "О 25-летию ввода в строй радиотелескопа "Уран-4" и начале работы РСДБ сети "УРАН", библиограф И.Э.Рикун (Одесса) – доклад "А.Р.Орбинский – астроном, педагог, издатель".



С учетом многолетнего опыта проведения школ и конференций, научная программа, кроме пленарных докладов по актуальным проблемам астрофизики, космологии, радиоастрономии, космомикрофизике, гравитации, Солнца, Солнечной системы и солнечно-земных связей, была дополнена дискуссиями по темам: "Темная материя и темная энергия и их альтернативы" – под председательством профессора А.Д.Чернина (Москва) и "Теория, модели и наблюдения активных ядер галактик и квазаров" – под председательством профессора Г.С.Бисноватого-Когана (Москва). Дискуссии собрали большое число участников, и их проведение решено сделать традиционным.

Всего на конференции-школе было представлено 17 пленарных докладов (космология и космомикрофизика – 8, астрофизика – 4, радиоастрономия – 1, Солнце и Солнечная система – 4 доклада). По космологии, космомикрофизике и гравитации были представлены следующие пленарные доклады: проблемы темной энергии и крупномасштабной структуры Вселенной рассматривались в докладах А.Д.Чернина, Г.С.Бисноватого-Когана, М.В.Эйнгорна и А.И.Жука (Одесса); голографическая интерпретация законов физики была представлена в докладе Ю.Л.Болотина (Харьков); В.А.Захочай и В.М.Шульга (Харьков) сделали доклад об оценках вклада звездных остатков в массу темной материи; Ю.В.Штанов (Киев) рассказал о возможности генерации космических магнитных полей после электрослабого фазового перехода; доклад А.В.Цитринова и А.А.Панкова (Trieste-Гомель) был посвящен поиску гравитонов многомерной модели Рендалл-Сандрума в экспериментах на Большом адронном коллайдере; А.А.Петрухин (Москва) рассказал о новом методе исследования гелиосферы с помощью мюонной диагностики; Л.Енковский (Львов) рассказал о дифракции на Большом адронном коллайдере; Л.М.Чечина (Казахстан) – о двухкомпонентной структуре космологических параметров. Всего на заседании секции космологии и космомикрофизики было представлено 11 устных докладов и 9 постеров.

По радиоастрономии обзорный доклад по результатам и перспективам исследований на РСДБ "УРАН" представил В.Шепелев (Харьков). Эта тема была продолжена в докладах секции, посвященной 25-летию начала РСДБ наблюдений с участием РТ "УРАН-4" Одесской обсерватории РИ НАНУ (руководитель секции О.А.Литвиненко). В целом на секции радиоастрономии было представлено 6 устных докладов и 9 постеров.

Астрофизическая тематика была представлена пленарными докладами: Г.С.Бисноватого-Когана "Модели активного ядра Галактики: сверхмассивная черная дыра с замагниченным аккреционным диском и джетом", В.М.Чечкина (Москва) "Компактный остаток сверхновой 1987А и теория эволюции звезд", Д.З.Вибе (Москва) "Астрохимия звездообразования". Активная работа астрофизической секции была отмечена 12 устными докладами и 9 постерами.

Работа секции по исследованиям Солнца, Солнечной системы и солнечно-земных связей включала пленарные доклады М.И.Орлюка (Киев) – по структуре и источникам геомагнитного поля, Н.С.Сидоренкова (Москва) – о геофизических эффектах месячного движения Земли, М.И.Рябова – по особенностям развития 24-го цикла солнечной активности. Всего на секции было представлено 9 устных и 7 постерных докладов.

В работе XII Гамовской конференции-школы получен показательный научный результат в виде 17 пленарных, 44 устных и 34 постерных докладов. Следует отметить высокий уровень докладов, представленных на постерной секции, где выступали как известные своими работами участники, так и аспиранты и студенты.

Всего в работе конференции приняло участие около 100 человек, граждан России, Украины, Белоруссии, Молдовы, Армении, Казахстана и Таджикистана. Широко были представлены ведущие научные центры по исследованиям в области астрофизики, космологии, космомикрорфизики и радиоастрономии:

- так, из России (26 человек) были участники из институтов и университетов (ГАИШ МГУ, ИКИ РАН, АКЦ ФИАН, МФТИ, ИПМ РАН, ИНАСАН, ИКИ, РОСГИДРОМЕТЦЕНТР, Национальный Владимирский университет, Санкт-Петербургский университет гражданской авиации, Московский государственный университет Прикладной биотехнологии и др.);

- от Украины участвовало 33 человека из РИ НАНУ, ГАО НАНУ, ИТФ НАНУ, Института геофизики НАНУ, КНУ им. Т.Шевченко, ОНУ им. И.И.Мечникова, ХФТИ НАНУ, ИЯИ НАНУ, НИИ КрАО, АО ЛНУ им. И.Франко и ХНУ им. В.Н.Каразина;

- из Белоруссия и Молдовы были представители Гомельского и Кишиневского университетов;

- из Казахстана (Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова) и Таджикистана (Институт астрофизики Академии Наук) было по одному участнику.

В школе-конференции приняли участие представители Международного центра теоретической физики "The Abdus Salam ICTP Affiliated Centre" (Italy).

Во время работы конференции-школы свое первое организационное заседание проводила недавно образованная Ассоциация Планетариев Украины под председательством ее президента В.А.Захожая.

В завершении работы была принята Резолюция, в которой отмечается успешная работа XII Международной Гамовской конференции-школы, которая стала результатом активной и самоотверженной работы научного и местного оргкомитетов. Выражается благодарность Одесскому университету им.И.И.Мечникова и администрации ее базы отдыха "Черноморка" за предоставленные возможности для ее проведения. В резолюции предлагается также обратиться к городской администрации Одессы с пожеланием отметить памятным знаком сквер им. Георгия Антоновича Гамова и присвоить одной из улиц города имя академика Александра Яковлевича Орлова, который 100 лет тому назад стал руководителем одесской астрономии и внес выдающийся вклад в ее развитие, создал научную школу и решал большое число практических задач, необходимых для развития Одессы и всей страны.

Организаторами конференции были: Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова (Астрономическая обсерватория, кафедры астрономии и теоретической физики), Радиоастрономический институт НАНУ, Одесское астрономическое общество. Конференция проходила при поддержке: Украинской астрономической ассоциации (УАА), Евро-Азийского астрономического общества, Института теоретической физики НАНУ им. Н.Н.Боголюбова, Российского Гравитационного общества, Австрийско-украинского института науки и технологии и Южного Центра НАН Украины.

## ШКОЛЬНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И ОЛИМПИАДЫ 2012 ГОДА

20-21 января 2012 года в помещении Планетария при кафедре астрономии Одесского национального университета им. И.И.Мечникова (ОНУ) состоялась конференция секции астрономии одесского отделения Малой академии наук (МАН) Одесского областного гуманитарного центра высшего образования и воспитания.

Открыл конференцию декан физического факультета ОНУ профессор Ю.Ф.Ваксман. Как обычно, на теоретическом туре по физике участникам было предложено 9 задач разной сложности. Затем участниками было представлено 23 конкурсные работы, посвященные изучению различных космических объектов и процессов. По результатам было присуждено одно первое, два вторых и три третьих места.

Обращает на себя внимание цикл серьезных (без кавычек) научных работ, представленных на эту конференцию. Школьники разных классов научились проводить собственные наблюдения, управляя через Интернет телескопами-роботами, обрабатывать полученные изображения звездного неба при помощи специальных компьютерных программ. Три работы, посвященные исследованию разных астрофизических объектов, готовятся к печати в научных журналах. Третье место занял Максим Могорян (9 класс, Мариинская гимназия), который исследовал изменения орбитального периода затменной двойной звезды XY Волопаса. На втором месте Мария Радионова (9 класс, Мариинская гимназия), которая рассмотрела изменения двойных систем с нестабильными кривыми, связанными с пятнистостью звезд. Дипломом первой степени награждена Валерия Дукова (ОЗОШ №82), измерившая под руководством Н.А.Вирниной блеск, длину комы и хвоста кометы Еленина С/2010XI - первой из комет, открытых в России. В. Дукова была награждена дипломом 3 степени на Всеукраинском этапе конференции Малой академии наук. А вот привлекла интерес к науке и подготовила призера олимпиад по математике, физике, астрономии замечательная учительница И.В.Юрганова, под руководством которой ежегодно готовятся работы на МАН, занимающие призовые места.

Также дипломом второй степени был награжден Роман Солецкий (6-класс школы "Гармония"), который не только решил все задачи теоретического тура, но и провел расчеты температур планет других звезд, используя опубликованные данные о светимостях центральных звезд планетных систем и расстояния до планет. Из более трех сотен известных планет, лишь одна очень похожа на Землю. Она находится от нас на расстоянии 20 световых лет. Руководитель вундеркинда – Владислава Марсакова, доцент кафедры астрономии ОНУ, руководитель бесплатной молодежной астрономической школы. А Олег Бобров (9-класс, ЗОШ 11) определил радиус земной тени по собственным фотографиям лунного затмения и был награжден дипломом 3 степени. Также под ее руководством определил высоты некоторых гор на Луне 11-классник Владислав Дашко (Приморский лицей).



Роман Статкин, 10-классник Болградского учебно-воспитательного комплекса, представил результаты двухлетних наблюдений метеорного потока  $\alpha$ -Аurigид, и был награжден дипломом 3 степени. Всего из Болграда под руководством учителя-энтузиаста Валерия Андреевича Димитрова было представлено 4 работы. Интересную работу представил и 10-классник Алексей Шатога из Петровки, который на языке визуального программирования “Скретч” сделал оболочку для информации о созвездиях.

Как и в прошлые годы, конференция МАН освещалась в печати – в газетах «Вечерняя Одесса», «Думская площадь», «Одесский университет», российском научно-популярном журнале «Звездочет», а также на блоге Украинской ассоциации наблюдателей переменных звезд <http://realsky.ru/community/uavso>. Там же приведены интернет-ссылки на фотогалереи участников и правила оформления работ на конференцию МАН.

Была проведена и астрономическая олимпиада. Первые места заняли Валерия Дукова (11 класс) и, среди «невъпускных» классов, Роман Салецкий (6 класс).

Кроме того, школьники выступали на областном конкурсе-конференции «Космос», где работают несколько разных секций: “Астрономия”: Мария Радионова (8 кл., 1 место), Максим Могорян (9 кл., 1м.), Владислав Дашко (11 кл., 2м.), Анастасия Тарасова (11 кл., 3м.); “Экология и космонавтика”: Валерия Дукова (11 кл., 1м.), Виктория Ковзалюк (9 кл., 2м.), Юлия Попова (9 кл., 2м.); “Программирование”: Алексей Шатога (9 кл., 1 м.); “Ракетно-космическая техника”: Дмитрий Руссу (10 кл., 1м.), Андрей Волошук (6 кл., 2м.), Михаил Радомский (3 кл., 3м.); “Космическая биология и медицина”: Ольга Кутепова (10 кл., 1м.), Диана Кирилюк (10 кл., 2м.), Владимир Киселик (10 кл., 3м.); “История развития авиации и космонавтики”: Виктор Степаненко (10 кл., 1м.), Виктория Горобец (6 кл., 2м.), Александр Ложешник (9 кл., 3м.); “Человек. Земля. Вселенная”: Илья Донда (11 кл., 1 место), Карина Кушнир (10 кл., 2 м.), Тимур Бовжуренко (9 кл., 3м.).

Совместно с секцией физики МАН (руководитель доцент В.П.Олейник), в марте и сентябре проводились школьные конференции на физическом факультете ОНУ, а в сентябре на конференцию в Ужгород поехали упоминавшиеся выше Мария Радионова, Максим Могорян и Алексей Шатога.

Отметим, что почти у всех участников были прекрасные компьютерные презентации. Так что знания и умения, полученные при занятиях астрономией, весьма пригодятся, чем бы в дальнейшем “юные академики” не занимались. Пожелаем же “научной элите” энтузиазма и все более ощутимых успехов!

*Примечание редактора: проф. И.Л.Андронов руководил жюри Секции астрономии МАН в 25-й раз.*

## ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ АСТРОНОМИИ В 2013 ГОДУ

**400 лет рефрактору.** В 1613 году Кристоф Шейнер воплотил в жизнь схему трубы Кеплера (и объектив, и окуляр – собирающие линзы), то есть построил первый рефрактор. Напомним, в трубе Галилея рассматривается мнимое изображение, а в трубе Кеплера – действительное. Это позволяет применить в фокальной плоскости микрометр, искусственную «звезду» и другие устройства.

**350 лет рефлектору.** В 1663 году шотландский математик и астроном Джеймс Грегори, развивая идеи Кавальери и Мерсенна, в работе «Успехи оптики» предложил схему отражательного телескопа, в котором свет, пройдя трубу, отражается от главного зеркала (параболоидального), затем от вторичного (эллипсоидального) и, в конце концов, через отверстие в главном зеркале попадает в окуляр. Практически такой телескоп был изготовлен только через десять лет (Робертом Гуком). За это время Ньютон (в 1668 году) сам сделал первый рефлектор своей системы. Несмотря на преобладание других схем рефлекторов в наше время, система Грегори продолжает использоваться. Так, один из крупнейших современных телескопов, Большой Бинокулярный Телескоп (LBT) в Аризоне, построен по схеме Грегори.

**50 лет первому квазару.** В 1963 году нидерландский астроном Маартен Шмидт на 5-метровом Паломарском рефлекторе нашел «точный» оптический объект на месте радиоисточника 3C273. Спектрограммы показали очень большое красное смещение (0,16), которому, по закону Хаббла, соответствует расстояние около трех миллиардов световых лет. При видимой звездной величине  $+13^m$  получалась колоссальная светимость, сравнимая со светимостью галактик. Шмидт назвал этот объект квази-звездным (quasi-stellar, сокращенно quasar). В русскоязычной литературе квазары сначала называли сверхзвездами. Радиоастрономы подобные объекты наблюдали еще в 50-е годы, но только с 1963 года стали вырисовываться масштабы явления. Сейчас число известных квазаров приближается к 200000.

**7 января – 100 лет** со дня рождения Александра Игнатьевича **Лебединского** (1913 – 1967), крупного советского астрофизика. О нем есть отдельный очерк в нашем выпуске.

**26 января – 100 лет** со дня рождения Лео **Голдберга** (Goldberg, 1913 – 1987), известного американского астрофизика. Окончил Гарвардский университет, работал в разных обсерваториях США, а также возглавлял Совет по астрономическим программам при NASA. Основные научные работы относятся к теоретической и прикладной спектроскопии и к приборостроению. Исследовал химический состав Солнца и звезд, эволюцию холодных гигантов и околозвездных оболочек. Создал ряд космических инструментов (орбитальные телескопы, ультрафиолетовые спектрометры).

**18 февраля – 125 лет** со дня рождения Иннокентия Дмитриевича **Андрова** (1888-1948), известного русского и советского астронома-геодезиста. В 1926-1948 годах работал в Одесской астрономической обсерватории.

**15 марта – 300 лет** со дня рождения Никола Луи де **Лакайля** (Lacaille, 1713 – 1762), замечательного французского астронома. Он первым начал масштабные исследования южного неба. Работая на мысе Доброй Надежды и на остро-

вах Вознесения, Реоньон и Маврикий, Лакайль отнаблюдал (для определения точных положений) почти 10000 южных звезд, выделил 14 новых созвездий. Многочисленные наблюдения Луны, Марса и Венеры, с использованием результатов аналогичных наблюдений Лаланда в северном полушарии, позволили ему уточнить параллаксы Луны и Солнца. Участвовал во многих геодезических работах и показал, что экваториальный радиус Земли больше полярного. Составил таблицы рефракции, таблицы затмений, написал ряд учебников.

**21 марта – 100 лет** со дня рождения Гильермо Аро (Hago, 1913 – 1988), выдающегося мексиканского астронома. С его именем связано прежде всего открытие (независимо от Дж. Хербига) звездоподобных объектов с сильными эмиссионными линиями (объекты Хербига–Аро), оказавшихся облаками газа, движущимися со сверхзвуковыми скоростями. Открыл 67 новых планетарных туманностей (16% известных сейчас). Исследовал галактики с сильным ультрафиолетовым излучением, новые и сверхновые звезды.

**25 марта – 100 лет** со дня рождения Всеволода Сергеевича **Троицкого** (1913 – 1996), известного советского радиоастронома. О нем есть отдельный очерк в этом выпуске.

**7 мая – 300 лет** со дня рождения Алексиса Клода **Клеро** (Clairaut, 1713 – 1765), выдающегося французского математика и геодезиста. Измерял дугу меридиана в Лапландии (1736), и после сравнения с градусными измерениями во Франции стало ясно, что Земля сжата у полюсов. В книге «Теория фигуры Земли, основанная на началах гидростатики» (1743) детально исследовал равновесные конфигурации планет. Внес большой вклад в теорию движения Луны. Впервые применил численное интегрирование для учета влияния Юпитера и Сатурна на движение кометы Галлея.

**11 мая – 100 лет** со дня рождения Андрея Борисовича **Северного** (1913 – 1987), крупного советского астрофизика. О нем в этом выпуске есть отдельный очерк.

**12 мая – 100 лет** со дня рождения Татеоса Артемьевича **Агекяна** (1913 – 2006), известного советского астронома. Подробный очерк о нем публикуется в *Астрономическом календаре России на 2013 год*.

**15 мая – 100 лет** со дня рождения Абрама Леонидовича **Зельманова** (1913 – 1987), выдающегося советского космолога. О нем есть отдельный очерк в этом выпуске.

**21 июня – 150 лет** со дня рождения Макса **Вольфа** (Wolf, 1863 – 1932), известного немецкого астронома. Начал систематическое фотографирование неба в поисках астероидов, в чем получил выдающиеся результаты. Впервые применил стереокомпаратор для изучения фотографий неба. На снимках Барнарда (США) открыл много слабых туманностей. Фотография позволила ему обнаружить собственные движения многих звезд и открыть сотни переменных звезд. В 1883 году открыл комету, носящую его имя.

**1 августа – 100 лет** со дня рождения Глеба Александровича **Чеботарева** (1913 – 1975), известного советского астронома. Подробный очерк о нем публикуется в *Астрономическом календаре России на 2013 год*.

**31 августа – 100 лет** со дня рождения сэра Бернарда **Лавелла** (Lovell, 1913 – 2012), известного английского радиоастронома. В 1945 году основал знаменитую радиоастрономическую обсерваторию Джодрелл Бэнк (ее

76-метровый радиотелескоп долго был крупнейшим полноповоротным инструментом в мире) и возглавлял ее в течение 35 лет. Занимался радиолокацией метеоров, открыл радиоизлучение вспыхивающих звезд типа UV Кита и организовал параллельные радио- и оптические наблюдения их (в этом участвовали и одесские астрономы). Работал также в области радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами (РСДБ).

**10 сентября – 100 лет** со дня рождения Гургена Серобовича **Саакяна** (1913 – 2000), известного советского астрофизика-теоретика. Ему посвящен отдельный очерк в этом выпуске.

**19 сентября – 200 лет** со дня рождения Христиана Генриха Фридриха **Петерса** (Peters, 1813 – 1890), германо-американского астронома. Родился в Германии, учился у Гаусса. С 1854 года – в США. Работал в колледже Гамильтона (Клинтон, штат Нью-Йорк). Исследовал астероиды, за 28 лет (1861 – 1889) открыл 48 новых астероидов. Открыл периодическую комету (наряду с Хартли) 80P/Peters – Hartley. Его не следует путать с Христианом Августом Фридрихом Петерсом (1806 – 1880), германо-русским астрономом.

Еще один Peters, американский исследователь астероидов Джордж Генри **Питерс** (1863 – 1947) родился **150 лет** назад, но дата рождения неизвестна. В Морской обсерватории США занимался астрофотографией. Открыл три астероида и одним из первых сфотографировал солнечную корону.

**24 сентября – 100 лет** со дня рождения Лоуренса Хью **Аллера** (Aller, 1913 – 2003), выдающегося американского астрофизика. Научную работу и преподавание вел в разных американских университетах. Основные работы посвящены теоретической астрофизике и спектроскопии. Исследовал атмосферы Солнца и звезд, газовые туманности. По его двухтомнику «Астрофизика» училось не одно поколение астрономов.

**30 сентября – 100 лет** со дня рождения Виктора Алексеевича **Домбровского** (1913 – 1972), видного советского астрофизика. Подробный очерк о нем публикуется в Астрономическом календаре России на 2013 год.

**1 декабря – 100 лет** со дня рождения Владимира Евгеньевича **Степанова** (1913 – 1986), известного советского астрофизика. В этом выпуске есть отдельный очерк о нем.

**11 декабря – 150 лет** со дня рождения Энни Джамп **Кэннон** (Cannon, 1863 – 1941), известной американской исследовательницы звезд. Работала в Гарвардской обсерватории. Провела спектральную классификацию всех звезд каталога Генри Дрэпера (HD) и ряда других каталогов. Всего отклассифицировала около 350000 звезд. Занималась также звездной статистикой. Среди многих ее международных наград стоит упомянуть о докторской степени, которую впервые в истории Оксфордского университета получила женщина.

**12 декабря – 100 лет** со дня рождения Бениамина (Вениамина) Егишевича **Маркаряна** (1913 – 1985), известного советского астронома. Ему в этом выпуске посвящен отдельный очерк.



## 100-ЛЕТНИЕ ЮБИЛЕИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УЧЕНЫХ

В 2013 году мы отмечаем столетние юбилеи десяти выдающихся ученых, работавших в СССР в различных областях астрономии. Юбилерами являются: Агекян Татеос Артельевич (рожд. 12 мая), Домбровский Виктор Алексеевич (30 сентября), Зельманов Абрам Леонидович (15 мая), Лебединский Александр Игнатъевич (7 января), Маркарян Бениамин Егишевич (29 ноября), Саакян Гурген Серебович (10 сентября), Северный Андрей Борисович (11 мая), Степанов Владимир Евгеньевич (14 декабря), Троицкий Всеволод Сергеевич (25 марта) и Чеботарев Глеб Александрович (1 августа).

Эти ученые внесли весомый вклад в астрономическую науку, как в ее организацию, улучшение ее материальной базы, так и в получение новых научных знаний. Они заложили основы многих крупных научных разделов. В настоящем издании будут опубликованы авторские очерки только о семи из названных ученых, а также краткие сообщения о трех представителях Ленинградской школы – Агекяне Т.А., Домбровском В.А. и Чеботареве Г.А. Авторские очерки о них, по согласованию с редакцией Астрономического календаря России, издаваемого в Санкт-Петербурге, будут опубликованы в их издании.

Очерки о юбилерах по просьбе редакции календаря подготовили их ученики и сотрудники, хорошо знавшие юбилеров лично. Фамилии авторов, написавших очерки о юбилерах, указаны под каждым из очерков.

### Агекян Татеус Артемьевич (1913-2006)

Татеус Артемьевич Агекян, профессор (1961), заслуженный деятель науки Российской Федерации (1999), почётный профессор Санкт-Петербургского университета, родился в Батуми 12 мая 1913 года, умер в Санкт-Петербурге 16 января 2006 года. В 1938 году закончил Ленинградский университет, после чего преподавал в средней школе и Ленинградском институте инженеров железнодорожного транспорта (1938-1941). Участвовал в Великой Отечественной войне, служил в зенитной артиллерии, капитан. С 1946 года до конца жизни работал в Ленинградском университете и ее Астрономической обсерватории, где возглавлял лабораторию небесной механики и звездной динамики, профессор кафедры небесной механики. Совместно с К.Ф.Огородниковым создал Ленинградскую школу звездной динамики. Автор и соавтор книг: Курс астрофизики и звездной астрономии. – Т. 2. – М., 1962; Звезды. Галактики. Метагалактика. Л., 1966 (3-е изд. – М., 1981); Основы теории ошибок для астрономов и физиков. – М., 1970; Теория вероятностей для астрономов и физиков. – М., 1974. Имя "Агекян" присвоено малой планете № 3862.



Т.А.Агекян

*По материалам Интернет-издания  
"Википедия"*



## Домбровский Виктор Алексеевич (1913-1972)

Виктор Алексеевич Домбровский родился в Ростове Ярославской губернии 30 сентября 1913 года, умер в Ленинграде 1 февраля 1972 года. В 1936 году окончил Ленинградский университет и приступил к работе в его Астрономической обсерватории, с 1962 года ее директор. В конце 40-х годов одним из первых в СССР занялся исследованием поляризации излучения звёзд и туманностей и в 1949 году был одним из трёх астрофизиков, одновременно и независимо открывших межзвёздную поляризацию. В 1953 году В.А.Домбровский впервые надёжно устанавливает, что оптическое излучение Крабовидной туманности сильно поляризовано. В 1974 году профессор В.А.Домбровский (посмертно) и его ученики В.А.Гаген-Торн и О.С.Шулов за цикл работ по поляриметрическому исследованию звезд, туманностей и галактик получают премию им. Ф.А.Бредихина – высшую астрономическую награду Академии Наук СССР.



В.А.Домбровский

*По материалам Интернет-издания "Википедия"*

## Зельманов Абрам Леонидович (1913-1987)

В 2013 году исполняется столетие со дня рождения известного советского космолога Абрама Леонидовича Зельманова. Он искал и улавливал смысловую стержень всего существующего, поняв процессивность истины о мире, сопровождаемой сменой существующих понятий, и отыскивал инварианты процесса познания. Сама бесконечность представлялась ему относительной (ведь предельное лоренцево сокращение обращает в нуль любые продольные длины и интервалы времени светового наблюдателя относительно обычного наблюдателя), сам человек был для него эпизодом эволюции Вселенной, отвечающим определённому набору значений фундаментальных физических констант. Ещё мальчиком, глядя на отрывной календарь, он задавался вопросом: если сегодня такое-то число, то какое число сегодня во Вселенной? Мне он по секрету говорил об эквивалентности бесконечно малых и бесконечно больших длин, и это задолго до идеи Т-дуальности струнной космологии (эквивалентности суммы осцилляционных и топологических энергетических мод элементарных частиц при преобразовании инверсии размеров), до гипотезы которой он не дожил. Ясно, что он связывал, как и его научный бог Эйнштейн, понятия с операциями соответствующих им измерений с помощью определённых физических приборов (вспомним процедуру синхронизации часов у Эйнштейна и получаемую отсюда относительность от-



А.Л.Зельманов

новременности для разных наблюдателей) – а на микроскопических интервалах длины и длительности нет обычных эталонных линеек и часов.

Абрама Леонидовича как мыслителя отличало глубокое продумывание исходных понятий. Его медленно текущие лекции по общей теории относительности и космологии с подробными математическими выкладками (он называл это мухобойной работой, от которой мухи дохнут) иногда вдруг прерывались молниеносными ассоциациями, преобразующими рисуемую им картину. Когда я ему сказал, что нам молодой и энергичный лектор Вадим Николаевич Цытович за две лекции изложил всю термодинамику с огромной кучей формул, Абрам Леонидович ответил: в моей системе отсчёта время течёт медленнее. Не случайно он так редко публиковался. Его эстетизация науки была непомерной: он подолгу и тщательно оттачивал не только понятия, но и каждую букву и каждый значок вводимых им обозначений, выбирая, например, знак звезды для своих хронометрически инвариантных производных, знак серпа луны – для производных кинематрических, знак Солнца – для монадных, хотя тут дело просто во введении проекционных операторов на время или на ортогональные линиям времени локальное неголомомное (при наличии вращения) пространство системы отсчёта, и так далее. Некоторые его прямые и косвенные ученики (Николай Павлов, Дмитрий Рабунский, издающий в Швеции журнал *The Abraham Zelmanov Journal*, Лина Харбедия и другие) прямо обожествляли Зельманова и его хронометрические инварианты (ведь насколько красив, например, факт, что хронометрически инвариантные уравнения Максвелла дают эффективный магнитный заряд, пропорциональный угловой скорости вращения системы отсчёта наблюдателя). Некоммутативность ковариантных производных риманова пространства и производных Ли Зельманов распространил на 1+3 расщепление пространства-времени.

Абрам Леонидович Зельманов родился 15 мая 1913 года в городке Гадяч Полтавской губернии в семье служащих Липы (Леонида) Абрамовича Зельманова и Ревекки Даниловны Фонарёвой (А.Л. умер 2 февраля 1987 года, и сейчас они все вместе покоятся на Востряковском кладбище Москвы на границе участков 117 и 118). Его мать родила его как единственного своего ребёнка вопреки рекомендации большинства врачебного консилиума, и много лет А.Л. разрывался между любовью к жёнам и к своим родителям. Его дед учил его иврит и Талмуду, нацелив его интеллект на сложнейшие проблемы мироздания. Это позволило аспиранту-комсомольцу Зельманову отстаивать, как отмечалось в *Астрономическом журнале* за 1939 год, позиции диалектического материализма против материализма вульгарного, когда даже общая теория относительности третировалась как каннибальские пляски в тензорных нарядах.

До 1924 года А.Л. жил с родителями в Харькове, потом до 1927 – в Ленинграде, затем – в Москве. В 1937 году А.Л. окончил мехмат Московского университета имени Ломоносова, в 1941 году – аспирантуру МГУ, в 1944 году защитил там кандидатскую диссертацию "О кривизне сопутствующего пространства", в 1982 году – докторскую диссертацию "О поведении и свойствах трёхмерных физических пространств". Уже его кандидатская диссертация могла быть оформлена как докторская, но в голодное военное время важно было скорее получить льготы по продуктовым карточкам для учёных со степенью. С 1942 года

А.Л. читал лекции по общей теории относительности. Перерыв в этой работе в 1952-1954 годах (когда он был научным консультантом Московского планетария) был вызван гонением на евреев, что Зельманов тяжело переживал. Да и против его возвращения в Государственный астрономический институт имени П.К.Штернберга (ГАИШ МГУ) на должность старшего научного сотрудника тайно проголосовало меньшинство в пять членов Учёного совета ГАИШ. При голосованиях на учёных советах и в академиях мир научной истины пересекается с миром мнений, и на этой ярмарке тщеславий талантам нелегко.

О своих учениках Абрам Леонидович мне говорил, что им не повезло с ним как с научным руководителем. Впрочем, Игорь Дмитриевич Новиков (член-корреспондент РАН) и Леонид Петрович Гришук (профессорствует в Англии), в своё время перешедшие от А.Л.Зельманова к академику Я. Б.Зельдовичу, сделали неплохую научную карьеру.

Зельманову принадлежит создание в рамках общей теории относительности математических методов хронометрических инвариантов (метод связан с фиксацией линий времени семейства наблюдателей), кинематрических инвариантов (фиксация семейства пространственных гиперповерхностей, отвечающих различным мгновенным пространствам, что нужно при гамильтоновом описании гравитации) и монадного формализма (обобщение указанных методов введением общековариантным образом дополнительной инвариантной структуры на пространстве-времени в виде единичного векторного поля), приуроченных к 1+3 расщеплению пространства-времени, понимаемого как единый 4-мерный мир нульмерных событий, каждое из которых отвечает пространственной точке, взятой в один момент времени. Предложенный мною в 1971 году альтернативный диадный формализм для 2+2 расщепления пространства-времени (для светового наблюдателя: ведь все частицы рождаются безмассовыми, и им сопутствует световой наблюдатель) Зельманову очень понравился. Но это было продолжением его подхода.

Если у Ньютона пространство и время были отдельными сущностями, то у Минковского они превратились в относительные тени абсолютного мира событий, вне которого взятые по отдельности понятия времени и пространства теряют прежний смысл. Но наблюдатель строит свой мир в проекции мировых характеристик римановой кривизны пространства-времени на свои (вообще говоря, ускоренные и вращающиеся) физические приборы. Подход Зельманова позволяет описывать мир в терминах экспериментально наблюдаемых величин. Поскольку даже в плоском мире ускоренный наблюдатель (а ускорение можно отождествить с нетривиальным гравитационным полем с нетривиальной гравитационной энергией) припишет ему гравитационную энергию, без введения монад нельзя решить проблему гравитационной энергии, которой Зельманов не слишком успешно занимался до конца своих дней (позже я решил эту задачу Зельманова, найдя нелокальный интегральный закон сохранения для тензора энергии-импульса материи, а также введя всегда локально сохраняющиеся тетрадные токи и переписав уравнения Эйнштейна в виде уравнений Максвелла, но не для вектор-потенциала, а для тетрадного поля, задающего риманову связность пространства-времени). Квантование гравитации (ещё не завершённое) не сможет обойтись без дополнительных структур (тетрады и набора гамма-матриц) на пространстве-времени, вводить которые (не только на уровне алгебры, но и на уровне всех дифференциаль-

ных операторов) начал А. Л. Зельманов. Важная заслуга Зельманова в разделении понятий: неинвариантная (по определению) система координат и инвариантная система отсчёта. Это разделение важно, поскольку каждая теория имеет дело с инвариантами этой теории. Указанное различие координат и систем отсчёта можно пояснить простым примером. Нумерация домов вдоль деревенской улицы может быть произвольной и может произвольно (в пределах удобства) изменяться, но если номер дома равен его расстоянию от начала улицы (что придаёт данному параметру физический смысл), то изменение нумерации повлечёт перенос домов на новые места. Система отсчёта (не координат) имеет физический смысл (чего математики до сих пор плохо понимают): именно система отсчёта фиксирует физический вакуум, связанный преобразованиями Боголюбова с вакуумом другой системы отсчёта. Именно эта неоднозначность выбора вакуума даже в плоском мире запутывает проблему гравитационной энергии, что хорошо понимали А. Л. Зельманов и Н. А. Черников (из Дубны), развивший подход бисвязности для римановых пространств.

Своего рода мантрой Абрама Леонидовича был термин регулярный минимум в эволюции Вселенной: он хотел "спасти" её от гибели в сингулярности с помощью введенных им параметров неоднородности и анизотропии (деформация, вращение, кривизна неоднородного пространства ускоренных наблюдателей). Увы, общая теория относительности (ОТО) унаследовала от ньютоновой гравитации понятие материальной точки, и только выход за рамки ОТО переходом к теории Эйнштейна-Картана и введением предельной планковской плотности в квантовой гравитации позволяють избежать сингулярностей в виде сжатия (начального или конечного) Вселенной в точку.

Что касается идеи Зельманова относительности бесконечности, то здесь новый свет проливает струнная космология, пересматривающая вид и саму размерность первичных элементов физического мира. Полезно также вспомнить об отрицании Гильбертом актуальной бесконечности в природе (1930): природа просто не успевает её реально наработать, да и пересматриваются сами исходные понятия (переход количества в качество), и физика имеет дело скорее с системой сверхбольших конечных величин, лишь приближённо описываемой упрощающими дело идеализациями в виде предельных переходов (словами и так далее до бесконечности, хотя всегда за каким-то пределом мир структурируется совсем не так). Впрочем, когда на руководимом Зельмановым методологическом семинаре ГАИШ в 50-е годы Э.Кольман сказал о совместимости с диалектическим материализмом тезиса пространственной конечности Вселенной (Лобачевский из червяков, говорил он, в принципе способен ползком обползти всю конечную безграничную Вселенную, а материя остаётся бесконечной вглубь), директор ГАИШ Д.Я. Мартынов заявил (при мне) о несовместимости этого тезиса с пролетарским мировоззрением (заложенным ещё Марксом, Энгельсом, Лениным и 4-й главой "Краткого курса истории ВКП(б)").

Физикам известен "куб Зельманова" с отложенными вдоль рёбер тремя фундаментальными физическими константами (постоянные Ньютона, Планка и обратная скорость света), полное сочетание которых отвечает ещё не построенной квантовой гравитации. Критерием истинности теории он считал её выживание при обобщении в рамках новой теории. Жизнь человека он связывал с жизнью Вселенной с помощью своего антропного принципа (1955): по-види-

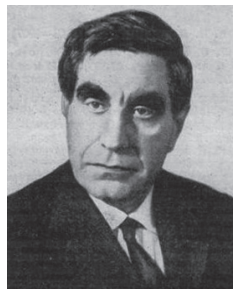
тому, мы являемся свидетелями процессов определённого типа потому, что процессы других типов протекают без свидетелей. Сегодня синергетика (теория самоорганизации сложного стохастического мира) и интуиции теории катастроф позволяют увидеть двуединство и принципиальное различие живого и неживого и сочетание структурной устойчивости разума с предельной редкостью разумной жизни во Вселенной, объясняющей так называемое молчание космоса. Последняя публикация Зельманова (в книге "Вселенная. Астрономия. Философия", 1988, с. 77) называется "Проблема экстраполябельности, антропологический принцип и идея множественности вселенных" предвещает современную концепцию Мультиверса. Ясно, что этот термин не отменяет, но обобщает представление о единой Природе. Зельманов тонко различал понятия "вся Вселенная" (как набор частей), "Вселенная в целом" (безотносительно к частям) и "Вселенная как целое" (с диалектической связью её частей внутри целого, и образованного своими частями, и образующего эти части, примерно как наш организм формирует свои отдельные органы). Сегодня Абрам Леонидович Зельманов порадовался бы совершающемуся теперь революционному пересмотру научной картины мира, который он предчувствовал. Он завещал нам не быть просто эпигонами классиков, но карабкаться на их плечи и пытаться открывать новые земли. Утончённость его острого ума и всей его природы настоящего учёного незабываема для всех, кто имел счастье его близко знать.

*Р. Ф. Полищук*

### **Лебединский Александр Игнатьевич (1913-1967)**

Александр Игнатьевич Лебединский, известный советский астроном, астрофизик, геофизик и космогонист, родился 7 января 1913 года по н.ст. в семье видного симферопольского юриста (из караимов) в Женеве (где его мать была на излечении). Когда ему было 5 месяцев, семья вернулась в Симферополь. В его домашнем воспитании неосценимую роль сыграла его высокоинтеллигентная, добрая и горячо любимая им мать Софья Яковлевна, а в его начальном самообразовании – богатая библиотека отца. После ранней кончины матери в 1932 году он даже решил навсегда покинуть Крым, но именно там же оборвалась и его собственная жизнь. В Симферополе А.И.Лебединский в 1929 году окончил опытно-показательную школу, уже тогда проявив большие способности к математике и физике, а в 1932 – физико-математическое отделение Крымского пединститута и уехал в Ленинград. Встреча в ЛГУ с молодым астрофизиком-теоретиком Н.А.Козыревым не только привела А.И.Лебединского к нему в аспирантуру, но и связала обоих неразрывной дружбой на всю жизнь, несмотря на долгие годы разлуки из-за ареста Н.А.Козырева в 1936 году.

Теоретическая астрофизика становится первой областью деятельности и А.И.Лебединского. В конце 1937 года он защитил кандидатскую диссертацию по теории термической конвекции в земной и солнечной атмосферах. С февраля 1938 года А.И.Лебединский был доцентом кафедры астрофизики математико-механического фа-



А.И.Лебединский

культета ЛГУ и уже в блокадном Ленинграде, в 1941 году защитил докторскую диссертацию на более широкую тему "Конвекция в атмосферах". В течение следующего десятилетия область его научных исследований и диапазон объектов существенно расширились. Он занялся исследованием магнитных полей в солнечных пятнах, физикой вспышек Новых звезд, пульсации цефеид. Все большее углубление в космофизику подвело его к коренной проблеме астрономии – космогонии.

В 1953 году А.И.Лебединский стал профессором организованного академиком-геофизиком О.Ю.Шмидтом (впервые связавшим космогонию с геофизикой) отделения геофизики физического факультета МГУ. В качестве ближайшего научного соратника О.Ю.Шмидта вплоть до его кончины (1956) А.И.Лебединский принимал деятельное участие в развитии современной космогонии Солнечной системы в рамках новой научной школы О.Ю.Шмидта. В эти годы научные интересы Лебединского объединяют уже астрофизику, геофизику, космогонию, а затем и новое направление – начавшиеся исследование космоса с помощью космических полетов ИСЗ и межпланетных станций.

С 1958 года А.И. Лебединский был профессором кафедры космических лучей отделения ядерной физики МГУ. Вместе с известным физиком С.Н.Верновым они основали в МГУ кафедру физики космоса. В геофизике А.И.Лебединский был лидером изучения одного из наиболее загадочных и сложных явлений в земной атмосфере – полярных сияний. В астрономии – исследователем широкого круга новых фундаментальных проблем. Он – один из пионеров (наряду с С.Б.Пикельнером) магнитогидродинамики. А.И.Лебединский исследовал вспышки Новых звезд как тепловой ядерный взрыв в атмосфере звезды-карлика; дал оценку теплопроводности вещества Луны и еще в 50-60-е годы обосновал возможность наличия значительного количества воды на Марсе, в форме вечной мерзлоты, льдов и подледных океанов. В космогонии в начале 50-х годов он в соавторстве с ленинградским физиком Л.Э.Гуревичем внес наибольший вклад в решение проблемы эволюции околосолнечного газопылевого диска в систему планет и комет. С началом космической эры А.И.Лебединский проявил себя талантливым конструктором новых приборов для исследования земной атмосферы и космоса с помощью отечественных автоматических космических аппаратов (КА) "Марс-1", "Зонд-3", "Луна-10", "Луна-13", а также многих ИСЗ серии "Космос". А.И.Лебединский был членом МАС, активным участником многих его ассамблей. Он автор около 100 научных публикаций.

А еще Александр Игнатьевич Лебединский был талантливым преподавателем и любимцем студентов. Приехав в эвакуацию в Саратов совершенно истощенным в блокадном Ленинграде, он быстро и очень энергично включился в учебный процесс и научную деятельность: читал общую и теоретическую астрофизику и геофизику, причем со своим оригинальным подходом. От Александра Игнатьевича студенты впервые узнали, что можно что-то прикидывать "на пальцах" и при этом глубоко постигать физический смысл явления. Вернувшись в Ленинград в середине 1944 года, А.И.Лебединский "сразу приступил к расконсервации обсерватории" и работал в ЛГУ до 1952 года. Очередная волна сталинских политических притеснений заставила его переехать в Москву.

К сожалению, мало что удалось узнать о его семье. В 1938 году его женой, "верной спутницей и другом на всю жизнь", становится филолог-преподаватель ЛГУ Ирина Александровна Попова. Но далее в эвакуации он оказывается один. Есть сведения, что уже после войны его жена в результате тяжелого перелома ног (в

одном из турпоходов в горы) стала инвалидом. Детей у них не было. А жизнь А.И.Лебединского оборвалась внезапно, нелепо и трагически. 8 сентября 1967 года, только что вернувшись с Пражской ассамблеи МАС и приехав в Крымскую обсерваторию в научную командировку, полный новых планов Александр Игнатьевич утонул во время купания в море близ пос. Песчаное от внезапного инфаркта.

Перечитывая в наши дни первый довольно подробный обзор жизни А.И.Лебединского (ИАИ, Вып. XI, 1972), не перестаешь удивляться – как много он успел сделать, как широк был диапазон этих дел – от пионерских исследований в едва зарождавшейся в конце 40-х годов прошлого века магнитогидродинамике космоса до исследований космических тел с помощью первых искусственных спутников и межпланетных станций во второй половине того же века. С какой глубокой научной пронизательностью он предвидел направление исследований в этой едва ли не главной для нашего XXI века области, которой и сам посвятил последние 14 лет своей жизни – в области космических исследований планет, особенно Марса.

Именем А.И.Лебединского был назван кратер на обратной стороне Луны. Хочется надеяться, что с возобновившимся успешным развитием исследований Марса его имя найдет свое достойное место и в новых наименованиях на красной планете.

*За дополнительные сведения о биографии А.И.Лебединского выражаю свою искреннюю благодарность В.И.Процику (старейшему сотруднику быв. КРАО АН СССР), его дочери О.В.Салецкой (редактору издательства Физматлит, Москва), а также главному сотруднику ИФЗ им. О.Ю.Шмидта РАН Е.Л.Рускол.*

*А.И.Еремеева*

### **Маркарян Бениамин Егишевич (1913-1985)**

Вклад академика Б.Е.Маркаряна в наблюдательную астрономию, практически, невозможно переоценить. Обзор и галактики Маркаряна сегодня не только известны, пожалуй, каждому астроному, но и являются предметом активного исследования очень многих из них.

Бениамин Егишевич Маркарян родился 29 ноября 1913 года в селе Шулавер (в настоящее время село Шаумян) в Грузии. В 1933 году он поступил, и затем, в 1938-ом окончил с отличием физико-математический факультет Ереванского государственного университета. В период с 1938 по 1941 годы он работал старшим преподавателем математики в Ереванском педагогическом институте. Затем, в 1939-ом году, Маркарян поступает в аспирантуру при Армянском отделении Академии Наук СССР по специальности астрофизика и переезжает в Ленинградский университет. Учеба была прервана Второй Мировой войной. В 1941 году он возвращается в Армению, где призывается в ряды Красной Армии. После армии Бениамин Егишевич поступает на работу в Ереванскую астрономическую обсерваторию в должности старшего научного сотрудника (1942-1946). В



Б.Е.Маркарян



мае 1944 года он, под руководством академика В.А.Амбарцумяна, успешно защищает кандидатскую диссертацию по теме "Изменения в наблюдаемом распределении звезд и космического поглощения".

Со дня основания Бюраканской астрофизической обсерватории (1946) он, став практически, одним из ее основателей, работал старшим научным сотрудником. Маркарян принимал активное участие в выборе места строительства новой обсерватории, что было очень важно для обеспечения эффективных наблюдений в будущем. Он сам монтировал большинство телескопов в Бюракане, закладывая тем самым базис для развития наблюдательной астрономии в Армении. Кроме того, он принимал участие в установке телескопов и за рубежом, например, телескопа системы Шмидта в Венгрии.

В период с 1953 по 1956 годы Маркарян исполнял обязанность заместителя директора по науке Бюраканской обсерватории. Затем, вплоть до 1962 года, он возглавлял отдел "Звездные исследования", после чего, до 1985 года – отдел "Галактические исследования". Кроме этого, на протяжении 1943-1956 годов, он преподавал астрономию в Ереванском государственном университете. В 1965 году Маркарян был избран членом-корреспондентом Академии Наук Армянской ССР, а затем, с 1971 году – академиком АН Армянской ССР. В 1961 году он был удостоен почетного звания Заслуженного ученого Армянской ССР. Маркарян был избран членом Астрономического Совета Академии Наук СССР (1964), членом Международного Астрономического Союза (МАС, 1965), вице-президентом Комиссии 28 по галактикам МАС (1973-1976) и, затем, ее президентом (1976-1979). С момента основания журнала "Астрофизика" АН Армянской ССР (1965) работал в его редколлегии, курируя область внегалактических исследований.

Научные работы Маркаряна посвящены исследованию звезд, звездных ассоциаций и скоплений, а также галактик. Большая серия его работ посвящена открытию и детальному исследованию звездных ассоциаций и скоплений, как в нашей, так и в других галактиках. На основе полученных им наблюдательных данных было подтверждено расширение звездных ассоциаций. За исследование звездных ассоциаций Маркарян получил Государственную премию СССР. Маркаряном также была разработана новая классификация звездных скоплений и составлен, опубликованный в 1952 году, "Атлас открытых скоплений".

Серию работ по детальной фотометрии галактик надо рассматривать как новый этап исследований, который привел к его основному научному достижению – открытию и исследованию активных галактик с избыточным ультрафиолетовым излучением, галактик Маркаряна. В 1963 году в "Сообщениях БАО" была опубликована его работа "О природе галактик имеющих аномальные для своего типа спектральные признаки", где были подытожены наблюдательные данные 41-й галактики с различными морфологическими типами (E, S0, Sa, Sb) с аномальными для их спектрального класса цветовыми показателями. На основании этих результатов Маркаряном было сделано предположение о том, что необычные цветовые показатели галактик имеют незвездную природу, а являются результатом активности их ядер и нового этапа процесса звездообразования в них. Именно это предположение и стало фундаментальной идеей Обзора Маркаряна.

Испробовав множество вариантов, он пришел к заключению, что эту проблему можно решить на 1-м телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории с использованием объективной призмы и мелкозернистой эмульсии. Это позволило достичь предельной звездной величины  $m \sim 17$ . По существу Обзор был сде-



лан на пределе аппаратурных возможностей, достижимых в 60-е годы. Только с появлением мелкозернистых эмульсий нового типа-класса III (Kodak IIIaJ, Kodak IIIaF) внегалактические спектральные обзоры стали проводиться на Западе.

Работа над Обзором продолжалась почти 15 лет (1965-1980). С помощью разработанного Маркаряном специального метода классификации было выявлено около 1500 внегалактических объектов нового класса, которые в дальнейшем были названы в честь их первооткрывателя – галактики Маркаряна с ультрафиолетовым избытком. Начиная с 1968 года, на больших телескопах СССР и США стали проводиться спектральные наблюдения этих объектов, что позволило обнаружить большое число активных галактик. Эти исследования в корне поменяли наши представления об эволюции галактик.

Позже, с 1974 по 1991 гг., по инициативе Маркаряна был осуществлен Второй Бюраканский Обзор, благодаря которому, было открыто значительное число галактик с активными ядрами и квазаров. Каталог галактик Маркаряна был опубликован после его смерти в США (1986 год) и в СССР (1989 год).

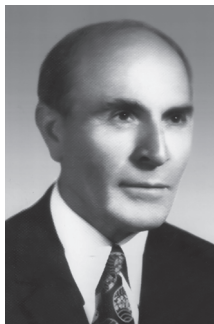
Огромное научное наследие Б.Е.Маркаряна отражено в более чем 100 опубликованных им научных статей. За свою творческую деятельность он был награжден Государственной премией СССР (1950), орденами "Знак Почета" (1955) и "Дружба Народов" (1983), а также медалями и дипломами Президиума Академии наук СССР и Академии наук Армянской ССР.

Бениамин Егишевич Маркарян скончался 29 сентября 1985 года в Ереване. Несмотря на слабое здоровье, он до самых последних дней продолжал работать над основным "детисем" своей жизни – Бюраканским Обзором Маркаряна.

*Е.Г.Никогосян*

### **Саакян Гурген Серобович (1913-2000)**

Гурген Серобович Саакян родился в Армении в селе Сарнахбюр 10 сентября 1913 года, а умер 26 марта 2000 года в городе Ереван, Республика Армения. В 1939 году он окончил Ереванский университет и тогда же стал работать в нем. Он известный советский и армянский физик-теоретик, основатель в Армении научного направления теории гравитации и релятивистской астро-



Г.С.Саакян

физики, внесший большой вклад в дело развития науки и подготовки молодых специалистов, доктор физико-математических наук (1963, Москва), профессор (1964, Ереван), заслуженный деятель науки Армянской ССР (1970), член-корреспондент АН Армянской ССР (1965), академик АН Армянской ССР (1982), основатель и заведующий кафедрой теоретической физики Ереванского государственного университета (1951-1985), декан физического факультета (1967-1972), руководитель лаборатории при кафедре теоретической физики и главный научный сотрудник ее в 1989-2000 годах. Г.С.Саакян – участник финской и Великой Отечественной войн (1939-1945), награжден орденами Красной Звезды (1945), Дружбы народов (1981), Отечественной войны 2-ой степени (1985) и орденом Ленина (1986).

В начале 1950 года впервые в научной литературе Саакян ввел понятие формфактора нуклона и предложил определять структуру этой частицы путем изучения особенностей упругого рассеяния ультрарелятивистских электронов на нуклонах под большими углами. Саакян внес весомый вклад в дело создания физики нейтронных звезд. Им и его учениками (под его руководством) была разработана теория вырожденного звездного вещества, состоящего из элементарных частиц, разработаны модели нейтронных звезд, состоящих из вырожденного вещества. Эти исследования основывались на пионерских работах Саакяна, выполненных совместно с академиком В.А.Амбарцумяном в начале 1960-х годов. Ими впервые было обосновано существование сверхплотных звезд, состоящих из газа элементарных частиц (нуклоны, гипероны, резонансы, мезоны и лептоны), и был обнаружен новый эффект общей теории относительности (аномальный дефект массы).

Группа, возглавляемая Саакяном, обосновала возможность формирования достаточно плотной дискообразной плазменной магнитосферы вокруг вращающихся нейтронных звезд и показала, что внешняя граница магнитосферы может служить источником коротковолнового космического излучения. Саакян предсказал возможность наличия  $\pi$ -мезонов в тяжелых атомных ядрах с малыми порядковыми номерами, разработал последовательную теорию вырожденной плазмы при плотностях порядка, выше, а также ниже ядерной плотности, вывел уравнение состояния вырожденного звездного вещества. Он внес весомый вклад в исследование внешних проявлений нейтронных звезд (пульсары, барстеры, скопления нейтронных звезд и белых карликов в компактных ядрах галактик) и, в частности, в решение проблемы радиоизлучения пульсаров. А в области релятивистской теории гравитации Саакян развил теорию с переменной гравитационной постоянной при наличии второго (фонового) метрического тензора. В рамках такой биметрической теории с переменной гравитационной постоянной он предсказал существование сверхплотных звездных конфигураций с массами, намного превосходящими массу Солнца.

Г.С.Саакян – автор ряда монографий и учебников, изданных на армянском, русском, английском, немецком и французском языках. Он руководил работами III (1972) и VII (1988) советских конференций по теории относительности и гравитации и Всесоюзного симпозиума (1985) в Ереване, был членом Научно-технического совета Министерства высшего и среднего образования СССР. Под его научным руководством подготовили и защитили кандидатские и докторские диссертации ученые из Армении, Украины и Чехословакии.

*Р.М.Авакян, Э.В.Чубарян, Г.Г.Арутюнян, Л.Ш.Григорян*

### **Северный Андрей Борисович (1913-1987)**

11 мая 2013 года исполняется 100 лет со дня рождения Андрея Борисовича Северного – крупного ученого в области астрофизики, организатора науки. С именем Андрея Борисовича Северного связаны выдающиеся достижения в области физики Солнца и звезд, в астроприборостроении, в становлении внеатмосферной астрономии в СССР.

А.Б.Северный родился в семье потомственных интеллигентов. Его отец, Борис Николаевич – психолог, профессор Московского университета (МГУ). Мать Екатерина – филолог, окончила Московский университет, преподаватель литературы. Семья Андрея Борисовича – это его жена Кира Сергеевна, сын Сергей и дочь Ольга. Кира Сергеевна по образованию архитектор. Она участвовала в проектировании Башенного солнечного телескопа Крымской астрофизической обсерватории (КрАО). Сын – физик. Он трагически погиб в 1973 году. Дочь – Ольга Андреевна, художник и культуролог. Она является хранителем квартиры – музея А.Б.Северного в поселке Научный на территории Крымской обсерватории. В квартире все



А.Б.Северный

осталось так, как было при Андрее Борисовиче. Все очень скромно. Одна деталь ярко характеризует хозяина. Это портреты друзей Андрея Борисовича и рано ушедших из жизни сотрудников на стенах кабинета. Вспомните, в каком кабинете вы видели портреты друзей, а не детей и внуков хозяина.

Круг интересов семьи Северного очень широк. В первую очередь – это живопись. На стене холла квартиры Северного висят его рисунки и графические копии его любимых картин. Там же представлены акварели Киры Сергеевны. Андрей Борисович любил и хорошо знал классическую литературу. Ему очень нравилась проза Андрея Белого. Любимыми композиторами Северного были Бах и Вагнер. Философия и психология также интересовали его.

Трудовая деятельность Андрея Борисовича началась после окончания МГУ в 1935 году, когда он поступил в аспирантуру, с 1939 по 1943 был в докторантуре Академии Наук СССР. С 1943 по 1946 годы работает заместителем председателя Астрофизической комиссии при АН СССР. С 1946 года его жизнь неразрывно связана с Крымской астрофизической обсерваторией, в которой с 1952 года и до смерти он был директором.

Круг деятельности А.Б.Северного на этом посту очень широк. Можно выделить несколько наиболее важных направлений: оснащение обсерватории телескопами и приемной аппаратурой к ним; создание и установка приборов для астрономических наблюдений на космических аппаратах; организация участия обсерватории в крупных международных проектах; научное руководство отделом физики Солнца, его молодыми сотрудниками, аспирантами и стажерами; строительство поселка Научный, ставшего основным местоположением обсерватории.

Помимо блестящего исполнения всех этих дел, основное содержание жизни Андрея Борисовича составляла его научная деятельность. Остановимся кратко на каждом направлении. Еще до создания больших телескопов, в самом конце сороковых годов, впервые в нашей стране, А.Б.Северный и А.Б.Гильварг изготовили интерференционно-поляризационный фильтр, с которым в КрАО проводились монохроматических наблюдения хромосферы Солнца. Северным был создан и спектрограф, за работы по исследованию хромосферных вспышек с ним в 1952 году А.Б.Северный и Э.Р.Мустель были удостоены Государственной премии СССР.

По проекту Андрея Борисовича был построен один из крупнейших в

мире башенный солнечный телескоп БСТ, введенный в эксплуатацию в 1954 году. БСТ был оснащен разработанным под руководством Северного магнитографом, по чувствительности и возможностям – одним из лучших в мире. В начале 60-х годов телескоп был модернизирован, а на базе его старых механических элементов и новой оптики, изготовленной в КраО, был создан второй башенный солнечный телескоп БСТ-2 и горизонтальный телескоп, оснащенный решеткой – эшелле, позволяющей получить почти весь спектр Солнца в видимой области на одной фотопластинке.

Северный во многом способствовал развитию в нашей стране научных исследований при помощи средств космической техники. В конце 50-х годов в КраО было начато создание астрономических приборов для наблюдений из Космоса. Серия коротковолновых дифракционных спектрометров предназначалась для измерения излучения и поляризации Солнца в ультрафиолетовой области спектра. Несколько фотометров для определения космического фона в ультрафиолетовом диапазоне, определения колебательных процессов на Солнца успешно работали в космосе на космических аппаратах: спутниках серии "Космос", "Луноход-2", "Прогноз-6" и других. Прецизионные фотометры "ИФИР" работали на пролетной части траектории станций "ФОБОС" на пути к Марсу. Крупный солнечный телескоп ОСТ работал на КА "Салют-4". С ним получены ценные спектральные наблюдения активных образований на Солнце.

В 1983 году на околоземную орбиту была выведена астрофизическая станция "Астрон" с крупнейшим в то время телескопом диаметром 80 см. За создание "Астроны" и проведенные с ним исследования звездных и галактических объектов А.Б.Северному в составе авторского коллектива была присуждена вторая Государственная премия СССР.

Андрей Борисович придавал большое значение участию КраО в международных геофизических проектах. Для проектов "Год солнечного максимума" и "Год минимума Солнца" в обсерватории были созданы магнитная и ионосферная станции, созданы радиотелескопы и установки для регистрации космических лучей (нейтронный монитор и кубический телескоп), запускались шары-зонды для регистрации космических лучей. Проводились ежедневные наблюдения Солнца по согласованным программам. КраО вошла в международную сеть Службы Солнца.

А.Б.Северный создал отдел физики Солнца (позже переименован в лабораторию). В нем трудились и трудятся его соратники, ученики и последователи из многих стран мира. С ним работали такие известные ученые как В.Е.Степанов, В.К.Прокофьев, В.П.Шабанский. Многие его аспиранты и стажеры работают в крупных институтах России, Европы и Америки (В.Л.Хохлова, Г.С.Иванов-Холодный, А.Г.Косовичев, В.Бумба, Г.Зирин, М.Капецкий, Б.Ромпoldt и другие). В КраО направления исследований, начатые Северным, продолжали и продолжают развивать его ученики Э.А.Барановский, А.Н.Бабин, С.И.Гопасюк, А.Н.Коваль, В.А.Котов, С.И.Плачинда, Д.Н.Рачковский, Н.Н.Степанян, А.А.Степанян, Т.Т.Цап.

Андрей Борисович внимательно следил за работами сотрудников, руководил молодыми и публиковал с ними совместные работы. А временами участвовал в праздниках. Так, однажды он сыграл самого себя в шараде. А на 20-

летнем юбилее Обсерватории – "20 лет в трубу" даже пел в импровизированном хоре. Правда, потом сообразил, что он пел "Дубинушку", а оказалось, что остальные пели "Рябинушку". Но никто этого не заметил.

Остановлюсь на личных воспоминаниях. Я всю жизнь благодарю Андрея Борисовича за счастливое начало своей трудовой жизни рядом с ним. С первых дней работы я попала в атмосферу полной отдачи жизни Науке. И это было прекрасно.

Во время Великой Отечественной войны Крымская обсерватория, находившаяся в Симеизе, была полностью разрушена немцами. В 1945 году вышел Указ Правительства СССР о создании Крымской астрофизической обсерватории в горном Крыму. Новая обсерватория строилась на совершенно пустом месте с несколькими дикими грушами и безымянным крестом на забытой всеми могиле. Все, что можно видеть в поселке Научный сейчас: телескопы, жилые и производственные здания, парк с величавыми соснами и кедрами в два обхвата – все это осязаемое наследие тех людей, которые создавали обсерваторию. В первую очередь надо назвать Андрея Борисовича Северного.

Научная деятельность А.Б.Северного была направлена, в основном, на исследование нестационарных процессов на Солнце. В конце 40-х годов почти ничего не было известно о роли магнитных полей в развитии активных областей и вспышек на Солнце, была далека и эра космических исследований, не было такого понятия, как гелиосейсмология. Начавшиеся в 50-х годах на БСТ регулярные измерения магнитных полей на Солнце позволили Северному выявить тесную связь возникновения вспышек с особенностями магнитного поля. Это в дальнейшем стало основой создания им и его последователями теорий вспышек, построения их моделей и развития целого направления – исследования влияния вспышек на разные стороны жизни планеты – Земля. В КрАО Северным была создана методика прогнозирования солнечных вспышек, примененная для вспышечных прогнозов в реальном времени при полетах космонавтов.

Северный впервые исследовал на основе спектральных наблюдений природу тонкоструктурных эмиссионных нестационарных образований – "усов".

Многие работы Северного посвящены исследованию крупномасштабной организации солнечного магнитного поля. Им предложен метод изучения магнитного поля Солнца как звезды.

Важным результатом, полученным с помощью БСТ, явилось открытие в 1974 г. А.Б.Северным с сотрудниками глобальных колебаний Солнца с периодом 160 мин. Это было началом развития новой науки – гелиосейсмологии. В 1985 г. обсерватории был вручен диплом Госкомизобретений СССР за N 274 об открытии.

По наблюдениям на созданном в КрАО крупнейшем для того времени в Европе телескопе имени академика Шайна Северным были обнаружены слабые магнитные поля звезд, круговая поляризация излучения многих звездных объектов.

Работы А.Б. Северного стали широко известны мировой науке, и в свое время, являясь пионерскими, стимулировали исследования в стране и за рубежом. Всего им написано более 270 работ. В последний год жизни Андрей Борисович завершил работу над книгой (Северный А.Б. "Некоторые проблемы физики Солнца", 1988, М.: Наука), где подведен итог его многолетних уникальных исследований по физике Солнца.

Научные работы Андрея Борисовича Северного получили международное признание. Он был избран членом многих академий наук зарубежных стран, в течение ряда лет был вице-президентом Международного Астрономического Союза.

Один из признанных лидеров советской астрономии, Андрей Борисович Северный, был членом редколлегии ряда журналов, председателем Научного совета АН СССР по проблеме "Внеатмосферные исследования".

Андрей Борисович Северный был целеустремленным человеком, посвятившим всю свою жизнь Науке. За выдающиеся научные достижения Северный в 1958 году был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1968 – действительным членом АН СССР. Заслуги А.Н.Северного высоко оценены государством. Он удостоен высокого звания Героя Социалистического Труда, многих орденов и медалей, двух Государственных премий СССР, его имя носит малая планета № 1737 "Severny".

4 апреля 1987 года Андрея Борисовича Северного не стало. Но его наследие не осталось в прошлом. Его работы и в настоящее время способствуют пониманию природы солнечного и звездного магнетизма. Кроме того, он оставил последующим поколениям астрофизиков ставшую под его руководством известной во всем мире Крымскую астрофизическую обсерваторию с крупнейшими на то время в Европе телескопами, многими пионерскими открытиями и новыми научными направлениями, с поселком с современным городским бытом.

*Н.Н.Степанян*

### **Степанов Владимир Евгеньевич (1913-1986)**

Владимир Евгеньевич Степанов – один из выдающихся астрофизиков-солнечников, крупный организатор науки. Последние годы жизни В.Е.Степанов посвятил решению проблемы происхождения активности Солнца, в частности, такого грандиозного проявления активности, как солнечные вспышки. Будучи председателем Научного Совета АН СССР по проблеме "Физика солнечно-земных связей" он с присущим ему энтузиазмом брался за организацию международных проектов по исследованию Солнца. По его инициативе и под его руководством была успешно проведена международная программа "Год солнечного максимума" с активным участием его многочисленных учеников и коллег во многих местах бывшего СССР: в Ташкенте, Львове, Москве, Крыму, в Сибири. Более 22 лет В.Е.Степанов отдал организации и становлению солнечно-земной физики в Иркутске. Стимулируя учеников и коллег к написанию диссертаций, публикациям статей и монографий, сам Владимир Евгеньевич так и не успел написать книгу о магнитных полях на Солнце.



В.Е.Степанов

В.Е.Степанов родился 14 декабря 1913 года в селе Щегловка Донецкого округа Войска Донского (ныне Макеевский район Донецкой области Украины). Его отец – Степанов Евгений Филиппович, горный техник, окончил штейгерское училище. Мать – Степанова (Сушенко) Антонина Алексеевна, учительница. Тру-

даться В.Е.Степанов начал в литейном цехе шахты "Центральная" города Дзержинска. Приобрел специальности вагранщика, жестищника. После окончания рабфака в 1931 году поступил в Днепрпетровский Горный институт. Увлечение астрономией привело его в 1932 году к решению о переводе в Московский университет. С благодарностью вспоминал он своего первого наставника В.Г.Фесенкова. В этой же группе с ним учился известный космолог А.Л.Зельманов. После окончания с отличием механико-математического факультета МГУ в 1937 году В.Е.Степанов не мог работать в Москве, поскольку его двоюродный брат Виктор отбывал заключение на Колыме. Владимир Евгеньевич получил направление в Ташкентскую астрономическую обсерваторию, где выполнил свою первую "солнечную" работу по спектрофотометрии солнечных пятен. Реализовать идею спектрофотометрических наблюдений пятен он смог лишь во Львове, после перерыва, вызванного войной.

В марте 1941 года В.Е.Степанов был мобилизован в Красную Армию. Будучи преподавателем 2-го Томского артиллерийского училища, просился на фронт. С января 1942 года и до Победы В.Е.Степанов находился в действующей армии, участвовал в боях за Ленинград, битве в Курляндии, освобождении Риги и Таллина. Был ранен под Елгавой. Награжден орденами "Красной Звезды", "Отечественной войны", медалями "За отвагу", "За оборону Ленинграда". Демобилизовался В.Е.Степанов в 1946 году несмотря на заманчивые предложения, обеспечивающие военную карьеру. Велико было желание наверстать упущенные в науке годы, отданные войне.

С 1946 года В.Е.Степанов работает в Астрономической обсерватории Львовского университета им. И.Франко. Вместе с сотрудниками обсерватории В.Е.Степанов создает вертикальный солнечный телескоп (1948) со сферическим зеркалом 220 мм, оснащенный кварцевым спектрографом. Особенность спектрографа состояла в двойном отражении света от дифракционной решетки, что обеспечивало высокое спектральное разрешение при скромных размерах телескопа. Сейчас спектрографы двойного прохождения прочно завоевали свое место в физике Солнца.

В то время в астрономической литературе велись дискуссии – соответствуют ли истине наблюдения общего магнитного поля Солнца, проведенные Хейлом в начале эры измерений магнитных полей. В кандидатской диссертации "Об электромагнитной природе солнечных пятен" (1949) В.Е.Степанов сделал вывод об устойчивости зависимости средней широты возникновения пятен от магнитной долготы от цикла к циклу, нашел угол наклона магнитной оси к оси вращения Солнца и с большой точностью определил период обращения магнитной оси:  $29.48549 + 0.40030$ . Эти результаты и до настоящего времени представляют большой интерес.

В конце 40-х годов В.Е.Степанов руководил экспедицией Львовского университета на гору Поп-Иван, где правительство Польши построило перед Второй мировой войной астрономическую обсерваторию. К сожалению, обсерватория была разграблена, а телескоп польские учёные до войны перевезли в Польшу. Восстановлению обсерватории Поп-Иван мешал и неважный Карпатский астроклимат. В 1950 году В.Е.Степанов был избран директором обсерватории Львовского университета. Львовский период научной деятельности В.Е.Степанова совпал с периодом работы во Львове выдающегося астро-



физика С.А.Каплана, с которым у него сохранились теплые дружеские отношения вплоть до трагической гибели Самуила Ароновича в 1978 году.

В 1953 году В.Е.Степанов был приглашен в МГУ, где преподавал астрономии на механико-математическом факультете и одновременно работал в ГАИШ. Студентами-астрономами в этот период были Н.С.Кардашев, Ю.Н.Парийский, В.Г.Курт, Ю.И.Гальперин, А.М.Мякиша. В ГАИШ он выполнил важную работу по учету поправок на рассеянный свет и замывание при спектрофотометрии солнечных пятен. Высокая точность поправок обеспечивалась наблюдениями интенсивности на краю диска Солнца в шести длинах волн. Его вывод о том, что при изучении хромосферы и фотосферы в монохроматическом свете привязку лучше проводить к краю диска Солнца, а не к центру, очень важен для наблюдателей, поскольку рассеянный свет на диске более чем в два раза превосходит рассеянный свет края. Эти поправки позволили получить В.Е.Степанову казавшиеся тогда низкими значения температуры отдельных пятен – не выше 3600 К.

В 1955 году директор бурно развивающейся Крымской астрофизической обсерватории А.Б.Северный приглашает В.Е.Степанова на работу. В Крыму его полностью поглотили проблемы, связанные с эксплуатацией нового башенного солнечного телескопа (БСТ) и фотоэлектрического магнитографа, позволявшего исследовать как слабые, так и сильные магнитные поля на большом участке поверхности Солнца. Первая статья, описывающая работу нового магнитографа, была опубликована от имени трех авторов: Н.С.Никулина, А.Б.Северного и В.Е.Степанова. Особенностью магнитографа было использование компенсатора лучевых скоростей.

Уже в ранних работах проявился характерный подход В.Е.Степанова к решаемым задачам: при создании инструментов и обработке данных наблюдений он всегда разрабатывал и теоретически обосновывал методику, которая учитывала все возможные ошибки и искажения, вносимые инструментом, атмосферой и методом наблюдений. В самом начале работ на БСТ Владимир Евгеньевич приступил к теоретическому обоснованию полученных результатов. Серия работ по теории образования линий поглощения в магнитном поле быстро стала известной и широко цитируемой. В отличие от теории В.Унно подход В.Е.Степанова позволял при описании контура спектральных линий использовать решения только двух дифференциальных уравнений, совпадающих по форме с уравнениями переноса для неполяризованного света. Кроме того, подход допускал обобщение уравнений переноса на все возможные механизмы взаимодействия излучения и среды, в частности – на случай деполаризации. Полученные теоретические результаты В.Е.Степанов применял для практических целей: для расчета контуров и эквивалентных ширин линий, применяемых в астрофизике, например линий железа и редкоземельных элементов. Теория оказалась достаточно универсальной и для применения ее к уравнению лучистого равновесия магнитных звезд.

В 1962 году в журнале "Известия Крымской астрофизической обсерватории" появилась статья В.Е.Степанова и А.Б.Северного, в которой предлагался новый метод измерения величины и направления полного вектора магнитного поля. В основу метода легли расчеты контуров расщепленной линии в обратном эффекте Зеемана, выполненные В.Е.Степановым. В том же году в совместной с С.И.Гопасюком работе впервые в физике Солнца было исследовано распределение полных векторов магнитного поля активной области. На материале крым-



ского периода В.Е.Степанов в 1961 года в Пулковской обсерватории защищает докторскую диссертацию "Образование линий поглощения в магнитном поле и магнито-гидродинамические явления в атмосфере Солнца".

С 1962 года начинается самый длительный период научной деятельности В.Е.Степанова, когда по предложению Г.Я.Смолькова – сибирского учёного, инициатора развития физики Солнца в Сибири, он переезжает в Иркутск и возглавляет отдел физики Солнца в Сибирском институте земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн (СибИЗМИР). Почти в то же время из Казани прибывает группа молодых специалистов: В.М.Григорьев, И.Б.Максютов, И.М.Кац, В.И.Скоморовский, из Одессы приезжает Р.Б.Теплицкая, из Крыма после окончания аспирантуры – В.Г.Банин, которые вместе с иркутянами Г.Я.Смольковым и Г.В.Куклиным составили ядро сибирских солнечников. Как и во Львове, В.Е.Степанов начинает с "нуля" – со строительства обсерваторий, сооружения телескопов. Первая обсерватория СибИЗМИР, Саянская солнечная, расположенная в 300 км от Иркутска на границе с Монголией, уже с 1963 года начинает публиковать результаты наблюдений. За короткий срок в Саянах были возведены АФР-2 и коронограф. При сооружении павильонов телескопов В.Е.Степанова можно было видеть и с топором, и с лопатой в руках.

В 1966 году на симпозиуме МАС во Флоренции В.Е.Степанов выступает с докладами о новых инструментах СибИЗМИР и полученных с их помощью результатах. Замыслы В.Е.Степанова воплотились в Саянской солнечной обсерватории, оснащенной серией магнитографов, двумя коронографами с крупнейшими апертурами, в Байкальской обсерватории с большим вакуумным телескопом (диаметр объектива 760 мм) и хромосферным телескопом, в обсерватории в урочище Бадары, где расположен крупный 600-м крестообразный солнечный радиотелескоп. Зеркала, объективы, интерференционно-поляризационные фильтры телескопов изготавливались в СибИЗМИР.

Основные научные работы В.Е.Степанова, выполненные в Иркутске, относятся к измерениям общего магнитного поля Солнца, полей активных областей на разных уровнях атмосферы. Особой главой его сибирских исследований является работа по дифференциальному вращению солнечной короны и определению ее физических параметров, работа по зональным течениям в короне. С присущей ему интуицией и широтой взглядов В.Е.Степанов своевременно почувствовал необходимость интенсивного применения методов физики плазмы для исследования Солнца. С этой целью он в 1970 году создает в СибИЗМИР лабораторию для экспериментального моделирования и интерпретации активных процессов на Солнце и в околоземном космическом пространстве, что позволило существенно продвинуться в понимании физики этих явлений. Некоторые из его идей до сих пор, к сожалению, не реализованы. Так, имея большой опыт в построении карт магнитных полей на Солнце, он приходит к выводу, что более физичным и эффективным были бы карты токов, как это принято в физике магнитосферы. Не воплотился, к сожалению, из-за распада СССР замысел В.Е.Степанова об объединенной солнечной обсерватории.

В.Е.Степанов много времени и сил отдавал научно-организационной работе. С 1965 по 1979 годы был директором СибИЗМИР. В 1968 избран членом-корреспондентом АН СССР. В 1972-1977 годах возглавлял Президиум Восточно-Сибирского филиала СО АН СССР. В тот же период был

избран депутатом Верховного Совета СССР. С 1982 года до своей кончины возглавлял Научный Совет АН СССР по проблеме "Физика солнечно-земных связей". Был активным членом ряда комиссий Международного Астрономического Союза. С начала издания международного журнала *Solar Physics* (1967) являлся постоянным членом редколлегии.

В созданной В.Е.Степановым Сибирской школе астрофизиков-солнечников первой и второй волн выросло много видных астрофизиков, среди которых 10 докторов наук и 22 кандидата наук. Все они в разной степени ощутили на себе влияние научного руководства В.Е.Степанова, а некоторые из них уже имеют своих учеников и последователей. Во всем этом заключается залог того, что начатые в Иркутске В.Е.Степановым работы по исследованию солнечно-земных связей будут успешно продолжены.

В.Е.Степанов постоянно заботился о подготовке молодых астрофизиков. Кроме работы с аспирантами и соискателями, он преподавал во Львовском, Московском, Иркутском университетах. В Иркутском университете по его инициативе была создана кафедра "Физика космического пространства". В.Е.Степанов привлекал и поддерживал людей, у которых, как он говорил, есть "божья искра". Сам он носил ее в себе, а его имя увековечено в малой планете № 3493 "Stepanov".

*И.Б.Максютов, А.В.Степанов*

### **Троицкий Всеволод Сергеевич (1913-1996)**

Профессор, член-корреспондент АН СССР, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, крупнейший специалист в области радиоастрономии и прикладной радиофизики, автор научного открытия и более 200 печатных работ, широко известных и общепризнанных как у нас в стране, так и за ее пределами, Всеволод Сергеевич Троицкий родился 25 марта 1913 года в селе Михайловском Тульской губернии. До революции мать – сельская учительница, отец – инженер-химик. В 1918 году семья переехала в село Зеледино Кстовского района Горьковской области, где отец работал директором Зе-



В.С.Троицкий

лецкого паточного завода, мать – мастером на заводе. В 1920 году отец умер от тифа, и на попечении матери осталось трое детей. В 1925 году семья переезжает в Горький, где прошла вся дальнейшая жизнь В.С.Троицкого. Здесь в 1930 году он окончил школу-девятилетку, а в 1932 году – техникум связи. С 1932 по 1936 год Всеволод Сергеевич работал в Центральной военно-индустриальной радиолaborатории в должности лаборанта, затем инженера-исследователя. В 1936 году он поступил на физико-математический факультет Горьковского университета и окончил его с отличием в 1941 году.

В период Великой Отечественной войны В.С.Троицкий работал на радиозаводе им. Ленина, сначала техноруком цеха, затем начальником цеха и позднее заведующим лабораторией. С 1956 по 1970 годы В.С.Троицкий был руководителем научного

отдела Научно-исследовательского радиофизического института (НИРФИ), с 1970 по 1982 годы – заместителем директора института по научной работе, а с 1982 по 1991 годы руководил отделом радиометрии, а затем был главным научным сотрудником. В 1962 году В.С.Троицкому присуждена ученая степень доктора физико-математических наук, в 1964 году – ученое звание профессора, в 1970 году избран членом-корреспондентом Академии наук СССР (РАН), в 1971 году ему присвоено почетное звание "Заслуженный деятель науки и техники РСФСР". В 1991 году В.С.Троицкий избран действительным членом Международной Славянской Академии.

Его жена, Мария Романовна Зелинская, – выпускница Горьковского университета по специальности астроном-исследователь. Мария Романовна работала рядом с Всеволодом Сергеевичем: наблюдение Луны, расчеты эфемерид, обработка результатов наблюдений. "Мария Романовна была первым читателем и личным редактором всех моих статей", – вспоминал В.С.Троицкий.

Работы В.С.Троицкого были одними из первых, положивших начало развитию экспериментальной радиоастрономии в СССР. Были разработаны теория и методы измерения слабого радиоизлучения, имеющего сплошной спектр. На этой основе во второй половине 40-х годов были созданы первые в стране радиометры и радиотелескопы, и начаты исследования радиоизлучения Солнца. В начале 50-х годов стали проводиться первые в стране исследования радиоизлучения Луны и дискретных источников.

Разработанные В.С.Троицким с сотрудниками радиометры, позволявшие проводить точные абсолютные измерения малых мощностей, были внедрены в промышленное производство для последующего использования в технических и радиоастрономических измерениях. В.С.Троицкому принадлежат большие заслуги в развитии методов радиометрии, в решении проблем повышения чувствительности и точности измерения малых мощностей шумовых и монохроматических сигналов. В связи с этим выполнен ряд исследований различных физических источников шумов, было объяснено влияние фликкер-шумов на флуктуации фазы и амплитуды.

Впервые были проведены измерения естественной ширины линии СВЧ-генератора (клистрон). Предложена теория естественной ширины линии квантового генератора, и впервые в работах В.С.Троицкого того времени получила дальнейшее развитие теория направленности молекулярных пучков, используемых в мазерах, и проведены ее экспериментальные исследования. На основе этих работ под руководством В.С.Троицкого был создан первый в мире квантовый генератор-мазер на миллиметровых волнах на формальдегиде.

В.С.Троицкий совместно со своими учениками предложил и разработал ряд новых методов физических исследований различных сред по их собственному радиоизлучению: метод исследования поглощения радиоволн кислородом и водяным паром атмосферы; радиометрические методы дистанционного оперативного определения высотных распределений метеопараметров атмосферы; метод прецизионных абсолютных измерений потока радиоизлучений и измерений параметров антенн, на порядок превосходящий по точности существующие методы (метод "искусственной Луны"); метод точного измерения температуры внутренних органов человеческого тела по их собственному тепловому радиоизлучению; методы исследования свойств верхних покровов небесных тел; методы измерения электрических характеристик различных грунтов и материалов.

Особенно значительные достижения принадлежат В.С.Троицкому в области радиоастрономии, где он совместно с учениками успешно провел целый цикл фундаментальных исследований радиоизлучения и природы Луны. Им разработана наиболее полная теория теплового радиоизлучения Луны, предложены и разработаны методы определения физических свойств ее верхнего покрова по различным характеристикам радиоизлучения. По результатам прецизионных измерений спектра радиоизлучения Луны были определены физико-механические и структурные характеристики вещества верхнего покрова Луны вплоть до глубин в несколько метров. Результаты этих работ были положены разработчиками в основу выбора способа передвижения по поверхности Луны научной лаборатории и создания самоходного шасси аппаратов серии "Луноход". В совместной с В.Д.Кротиковым работе был обнаружен поток тепла из недр Луны, отмеченный дипломом на открытие. Все полученные данные о физических свойствах лунного грунта были позднее подтверждены исследованиями по программе "Аполлон", проведенными американскими астронавтами непосредственно на поверхности Луны, а также исследованиями образцов лунного грунта, доставленных на Землю аппаратами серии "Луна". За эти исследования В.С.Троицкий был награжден в 1974 году премией им. А.С.Попова.

В.С.Троицким с сотрудниками был разработан первый в стране радиоинтерферометр со сверхдлинной базой. В результате впервые в метровом и дециметровом диапазонах волн были выполнены измерения угловых размеров ряда дискретных источников с высоким разрешением. Были проведены исследования мазерных источников с разрешением в десятитысячные доли секунды дуги. Были предложены и разработаны принципы и методы использования радиоинтерферометрии для создания небесной системы координат на два порядка более точной, чем существующая. Заложены основы нового перспективного направления в радиоастрономии – радиоастрометрии.

В конце 70-х годов В.С.Троицкий начал интенсивно заниматься проблемами применения развитых им радиометрических методов в медицине, став инициатором создания радиотермометров – приборов, позволяющих проводить раннюю диагностику различных патологий и заболеваний, связанных с повышением температуры внутренних органов.

Большое внимание В.С.Троицкий уделял поисковым фундаментальным исследованиям – он развивал нестандартные подходы к проблемам космологии, выдвинул принципиально новые предположения о фундаментальных принципах развития Вселенной. Им предложена гипотеза о возможности изменения скорости света и других фундаментальных констант в процессе эволюции Вселенной. Руководимая В.С.Троицким группа научных сотрудников и программистов исследовала новейшие данные по светимости и угловым размерам галактик и квазаров и на основе известных космологических тестов доказывала их несоответствие стандартной модели Вселенной.

"Коллеги Всеволода Сергеевича часто и с неизменным восхищением рассказывают легендарную историю, как в Москве на совещании, возглавляемым С.П.Королёвым, которое проходило в здании Совета Министров, жёстко встал вопрос о характеристиках лунного грунта, необходимых для конструирования лунохода. Столкнулись две точки зрения: первая, что Луна покрыта мощным слоем рыхлой космической пыли; вторая, что поверхность Луны твёрдая. С.П.Королёв должен был принять решение, а дискус-

сия не прекращалась. Сергей Павлович нашёл оригинальное организационное решение: пустил среди участников лист бумаги, разделённый на две части. Нужно было подписаться (для истории) под одной из точек зрения. И на листе появилась только одна подпись В.С.Троицкого. После этого С.П.Королёв поставил свою резолюцию: "Луна твёрдая!" (Г.А.Каржина, 2005, "Некоторые аспекты жизни и творчества В.С.Троицкого").

Наряду с интенсивной научной работой В.С.Троицкий вел педагогическую деятельность, под его руководством защищены 25 кандидатских диссертаций, несколько его учеников стали докторами наук, известными в нашей стране и за рубежом, он заведовал кафедрой радиотехники на радиофизическом факультете в Горьковском государственном университете им. Н. И. Лобачевского в 1953-1960 и в 1982-1987 годах. В.С.Троицкий вел большую научно-организационную и общественную работу. Он был членом ученого совета НИРФИ, членом ряда научных советов АН СССР, председателем Горьковского областного правления Научно-технического общества радиоэлектроники и связи им. А.С.Попова. В.С.Троицкий создал и возглавил рабочую группу поиска внесолнечных планет, координирующую в нашей стране деятельность Научного Совета по радиоастрономии и Астрономического Совета АН СССР в этом направлении. В.С.Троицкий награжден орденом Трудового Красного Знамени и двумя медалями.

В.С.Троицкий умер 5 июня 1996 года. До последних дней он продолжал интенсивно трудиться: две его последние научные работы опубликованы посмертно.

*По материалам сайта Радиофизического факультета Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского подготовил М.И.Рябов.*

### **Чеботарёв Глеб Александрович (1913-1975)**

Глеб Александрович Чеботарёв, доктор физ.-мат. наук, профессор, родился в Санкт-Петербурге 1 августа 1913 года, там же и умер 4 августа 1975 года. В 1937 году закончил Ленинградский университет, затем аспирантуру при кафедре небесной механики. В 1940-1942 работал в Томском университете, а с 1943 года – в Институте теоретической астрономии АН СССР (в 1964-1975 годах – его директор). Одновременно в 1951-1960 годах заместитель директора и директор Библиотеки АН СССР. Профессор Ленинградского университета с 1954 года.

Основные труды посвящены небесной механике и теоретической астрономии. Был президентом Комиссии 20 "Малые планеты, кометы и спутники" Международного астрономического союза (1967-1970), председателем Рабочей группы по малым телам Солнечной системы Астрономического совета АН СССР (1971-1975). Опубликовал книгу "Аналитические и численные методы небесной механики". – М.: Наука, 1965. В честь Г.А.Чеботарева назван астероид № 1804.



Г.А.Чеботарев

*По материалам Интернет-издания "Википедия"*

## СОЛНЦЕ В НАЧАЛЕ 24 ЦИКЛА АКТИВНОСТИ (Вспышечная активность, ход и прогноз развития)

**Введение.** Рассмотрены основные характеристики и ход развития текущего 24 цикла солнечной активности после трёх лет эволюции. Кривая развития на фазе роста проходит ниже солнечного цикла 14-го – самого низкого из достоверных. Запуск солнечной обсерватории SDO (<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>) позволяет с очень высоким пространственным и временным разрешениями начать изучение солнечных вспышек малых, средних (96) и больших (30) баллов, в том числе 9 протонных событий, выявить предполагавшиеся связи между вспышками и выбросами солнечных волокон и подтвердить глобальный характер даже не мощных солнечных вспышечных явлений. Привлечение наблюдательных данных космических обсерваторий STEREO (<http://stereo.gsfc.nasa.gov/>) даёт возможность исследовать вспышечные события с разных точек пространства и получать трёхмерную картину их развития.

**Структура солнечного цикла:** циклы, активные области, вспышки, выбросы волокон, корональные дыры.

1. Вопросы развития текущего цикла солнечной активности всегда актуальны при планировании и подготовке стратегии осуществления научных экспериментов, экономических задач и, в особенности, проблем освоения околоземного космического пространства. Возможность прогноза хода развития текущего и, возможно, последующих солнечных циклов, выявление периодов экстремальной вспышечной активности, как на Солнце, так и в околоземном космическом пространстве, позволило бы избежать многих технологических аварий и катастроф. К сожалению, статистика научных исследований солнечных циклов очень коротка (с 1849 года): на временной шкале в 163 года нам реально доступны лишь 14 циклов солнечной активности. С этого времени наблюдения солнечных пятен стали регулярно проводиться несколькими обсерваториями, положив начало достоверному ряду относительных чисел солнечных пятен. Эта временная точка соответствует середине 9 цикла из современного пронумерованного ряда, введённого немецким астрономом Р.Вольфом, который восстановил значение относительного числа солнечных пятен по отдельным наблюдениям до 1750 года (пронумерованный ряд чисел Вольфа).

Наши недавние исследования показали, что восстановление было плохим, и спектральные характеристики пронумерованного и достоверного рядов относительных чисел солнечных пятен совершенно разные, что закрывает возможность использования пронумерованного ряда в научных целях. В ещё большей степени это относится к ряду более раннего периода вплоть до 1610 года – года изобретения телескопа.

В таблице 1 приводятся основные характеристики всех циклов солнечной активности.

2. В настоящий момент в рамках уже реализованной истории достоверных солнечных циклов становится понятно, что, начиная с 23 цикла солнечной активности, мы вступаем в эпоху солнечных циклов средней и низкой величины. Предыдущий достоверно низкий солнечный цикл имел номер 14 ( $I^*=64$ ), а самый высокий – солнечный цикл - 19 ( $I^*=201$ ), суперцикл, который реализовался в окружении высоких циклов 18, 21 и 22, создав вершину высокой солнечной активности, как в пятнообразовательной, так и во вспышечной активности продол-

Таблица 1

## Циклы солнечной активности 1 – 24

номер цикла	Начало цикла, год	$W^*_{\min}$	максимум цикла, год	минимум цикла, год	$W^*_{\max}$	Длитель- ность годы	Ветвь роста, годы	Ветвь спада, годы
	1610.8		1615.5			8.2	4.7	3.5
	1619.0		1626.0			15.0	7.0	8.0
	1634.0		1639.5			11.0	5.5	5.5
	1645.0		1649.0			10.0	4.0	6.0
	1655.0		1660.0			11.0	5.0	6.0
	1666.0		1675.0			13.5	4.5	9.0
	1679.5		1685.0			10.0	5.5	4.5
	1689.5		1693.0			8.5	3.5	5.0
	1698.0		1705.5			14.0	7.5	6.5
	1712.0		1718.2			11.5	6.2	5.3
	1723.5		1727.5			10.5	4.0	6.5
	1734.0		1738.7			11.0	4.7	6.3
	1745.0		1738.7		92.6	10.2	5.3	4.9
1	1755 III	8.4	1761 VI	1766 V	86.5	11.25	6.25	5.0
2	1766 VI	11.2	1769 IX	1775 V	115.8	9.0	3.25	5.75
3	1755 VI	7.2	1778 V	1784 VIII	158.5	9.25	2.92	6.33
4	1784 IX	9.5	1788 II	1798 IV	141.2	13.67	3.42	10.25
5	1798 V	3.2	1805 II	1810 VII	49.2	12.25	6.75	5.5
6	1810 VIII	0.0	1816 IV	1823 IV	48.7	12.75	5.67	7.08
7	1823 V	0.1	1829 XI	1833 X	71.7	10.50	6.50	4.0
8	1833 IX	7.3	1837 III	1843 VI	146.9	9.67	3.33	6.33
9	1843 VII	10.5	1848 II	1855 XI	131.6	12.42	4.58	7.83
10	<b>1855 XII</b>	<b>3.2</b>	<b>1860 II</b>	<b>1867 II</b>	<b>97.9</b>	<b>11.42</b>	<b>4.17</b>	<b>7.25</b>
11	1867 III	5.2	1870 VIII	1878 XI	140.5	11.92	3.42	8.50
12	1878 XII	2.2	1883 XII	1890 II	74.6	11.33	5.0	6.33
13	1890 III	5.0	1894 I	1901 XII	87.9	12.08	3.83	8.25
14	1902 I	2.6	1906 II	1913 VII	64.2	11.67	4.08	7.59
15	1913 VIII	1.5	1917 VIII	1923 VII	105.4	10.08	4.0	6.08
16	1923 VIII	5.6	1928 IV	1933 VIII	78.1	10.25	4.67	5.58
17	1933 IX	3.4	1937 IV	1944 I	119.2	10.5	3.58	6.92
18	1944 II	7.7	1947 V	1954 III	151.8	10.25	3.25	7.00
19	1954 IV	3.4	1958 III	1964 IX	201.3	10.42	3.92	6.50
20	1964 X	9.6	1968 XI	1976 VI	110.6	11.83	4.08	7.75
21	1976 VI	12.2	1979 XII	1986 VIII	164.5	10.25	3.50	6.75
22	1986 IX	12.3	1989 VII	1996 V	158.11	9.58	2.92	6.66
23	1996 VI	8.0	2000 IV	2008 XII	120.7	12.7	3.83	8.87
24	2009 I	1.7	2012VI-XI	2020 V-IX	60	11.5	4.0	7.5

$W^*$  – сглаженное за 13 месяцев относительное число солнечных пятен. Жирным шрифтом выделены достоверные циклы, курсивом – прогнозируемые значения и гипотетические характеристики циклов до пронумерованного ряда (1610–1755 годы).

жительностью в 50 лет. Заметим, что начиная с 15 солнечного цикла и до 22 включительно, длина солнечных циклов составляла ~ 10 лет. Исключение составил единственный в этой выборке солнечный цикл средней величины – 20, продолжительность которого составила почти 12 лет, однако он имел очень высокий



уровень вспышечной активности. Характеристики солнечного цикла 22 (самый высокий из чётных солнечных циклов) дали весомые аргументы начинающейся перестройки режима генерации солнечных магнитных полей в конвективной зоне Солнца, которые изменили условия появления активных областей.

Признаками такой перестройки могут быть:

- появление больших групп пятен на очень высоких для пятнообразования широтах ( $\geq 35^\circ$ ) на фазе роста и в максимуме цикла – такие группы пятен наблюдались всего в 2 случаях: в цикле 14, начало фазы роста ~150-летнего цикла, и в 19-м (суперцикл);

- реализация наиболее мощных солнечных вспышек в фазе максимума – обычно такие вспышки наблюдаются на фазе спада цикла;

- полное отсутствие вспышек рентгеновского балла X на фазе спада цикла – впервые со времени наблюдений солнечных вспышек;

- единственный из статистики достоверных солнечных циклов (22 – 23) случай нарушения правила Гневывшева – Оля, по которому нечётный солнечный цикл должен быть выше предыдущего чётного.

Основным следствием такой перестройки стало значительное ослабление магнитных полей в тенях солнечных пятен и, соответственно, рост яркости теней пятен (Рис.1), которое началось в фазе максимума 23 цикла и продолжается до настоящего времени.

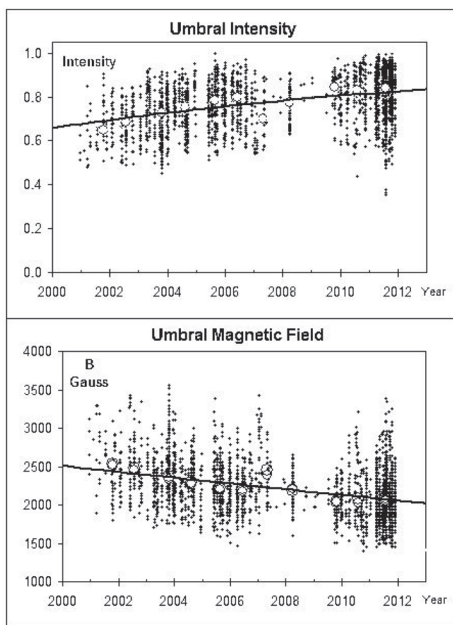


Рис. 1. Систематическое увеличение яркости (верхний рисунок) и уменьшение напряжённости магнитного поля (нижний рисунок) в тенях солнечных пятен по данным (Livingston, Penn, 2011).

3. Вторым возможным следствием этого процесса стала рекордно затянувшаяся фаза минимума 23 – 24 солнечных циклов. В этой статье под фазой минимума понимается период времени, когда значения сглаженных относительных чисел солнечных пятен лежат в интервале  $W^*=30$  для прошедшего и текущего циклов активности Солнца. Фаза минимума, начавшаяся в мае 2005 года, продлилась до декабря 2010 года, захватив первые 2 года развития текущего 24 цикла. В этот период осуществился спад относительных чисел солнечных пятен, в ходе которого, как Солнце, так и гелиосфера, достигли рекордно низких значений по основным параметрам. Период фазы минимума впервые дал возможность оценить и проанализировать солнечные активные явления в условиях минимальной генера-



ции солнечных магнитных полей и получить наименьшие, фоновые значения основных наблюдательных параметров на Солнце и в межпланетной среде. В предыдущий подобный период между солнечными циклами 14 и 15 Солнце было в начале XX-го века, и подробное его исследование было невозможно.

Общий ход развития 23–24 циклов по состоянию на октябрь 2012 года показан на рис.2. Что касается значений потока радиоизлучения 10.7 см, то наибольший интервал самых низких значений за всю историю радионаблюдений Солнца (с 1947 года) отмечен именно в данном минимуме, в июле 2008 – феврале 2009 годов они оставались на уровне  $\sim 68$  солнечных единиц потока.

По данным спутника VIRGO (Furhlich, 2008) уровень солнечной постоянной в 2007–2009 годах держался на самом низком значении за всё время внеатмосферных измерений данной величины. Величина полного излучения Солнца на 1 а.е. более чем на  $0.2 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  ниже, чем в течение последнего солнечного минимума в 1996 году.

Наблюдения Солнца и солнечного ветра над полюсами и в эклиптике (Gibson et al, 2009) показали значительные различия между последним солнечным минимумом и прошлым (1996 год). Площадь полярных корональных дыр существенно уменьшилась, и магнитный поток на поверхности Солнца на полюсах на 40% слабее по сравнению с прошлым минимумом солнечной активности. Магнитные поля в солнечном ветре над полюсами уменьшились примерно втрое, также как и плотность (10–20%), и скорость ( $\sim 3\%$ ) солнечного ветра. Подобные различия в средних характеристиках солнечного ветра отмечены и в околоземном космическом пространстве: средняя напряжённость магнитного поля в солнечном ветре стала ниже на 15%, а средняя плотность солнечного ветра (на

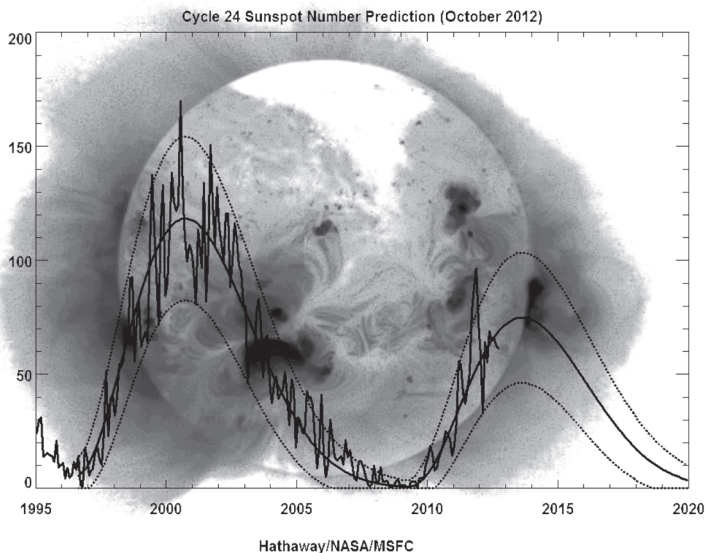


Рис.2 Общий ход развития 23-24 циклов солнечной активности по среднемесячным значениям чисел Вольфа

~ 45%). Однако скорость солнечного ветра у Земли возросла в среднем на 13%. Кроме того, произошла полная перестройка характерных периодов собственных колебаний, как в характеристиках солнечного ветра, так и в индексах, характеризующих авроральную зону и радиационные пояса.

Существование больших приэкваториальных корональных дыр затянулось по времени на весь период фазы минимума 23 солнечного цикла. Высокоскоростные потоки солнечного ветра от этих корональных дыр стали более интенсивными, длительными, но средняя плотность частиц в них значимо упала, поэтому и степень их геоэффективности, воздействия на околоземное космическое пространство стало более слабым. В ответ на это, количество геомагнитных возмущений, достигающих уровня малых магнитных бурь, резко упало, а сглаженное значение Ар-индекса достигло своего минимума только в сентябре 2009 года. Если в последний год 23 цикла от 62 солнечных корональных дыр отмечено 17 малых магнитных бурь (+2 от вспышечных явлений), то в первый год текущего цикла – от 38 солнечных корональных дыр, их было всего 2, в то время как высокоскоростные потоки от всех корональных дыр постоянно регистрировались космическим аппаратом ACE.

Уменьшение средней величины магнитного поля гелиосферы облегчило проникновение галактических космических лучей во внутренние области солнечной системы и привело к тому, что их поток в межпланетном пространстве значительно вырос (Ebert et al, 2009). По измерениям ядер железа с энергиями 250–450 МэВ/нуклон это увеличение достигло 20% от прошлых максимальных значений.

Эти данные позволяют предположить, что получены фоновые значения параметров, описывающих состояние системы Солнце–Земля в отсутствии каких-либо вспышечных явлений.

4. Начавшийся в таких условиях текущий 24-й цикл солнечной активности после 40 месяцев своего развития с большой долей вероятности вошёл в фазу максимума. Под фазой максимума здесь понимается интервал времени развития солнечного цикла, когда сглаженные ежемесячные значения относительных чисел солнечных пятен остаются в пределах 15% от максимального значения  $W^*_{max}$  в рассматриваемом солнечном цикле. Наиболее близко развитие текущего солнечного цикла пока соответствует самому низкому 14 циклу, из достоверного ряда солнечных циклов.

Три с половиной года развития текущего цикла понемногу раскрывают его характеристики и особенности его эволюции. Текущий цикл – первый компонент физического 22-летнего солнечного цикла и по правилу Гневшшева–Оля следующий 25 солнечный цикл должен быть выше 24. Напомним, что в предыдущем 22-летнем солнечном цикле (22-23 циклы) это правило было нарушено. На данный момент цикл развивается как цикл низкой высоты ( $W^*_{max} \leq 80$ ). Как видно из таблицы циклов солнечной активности, таких циклов среди достоверных было всего 3 – 12, 14, 16 – все чётные.

Рассмотрим основные характеристики текущего цикла после 36 месяцев его развития:

- формальное начало текущего 24 цикла - январь 2009 года, и начальное значение сглаженного числа Вольфа  $W^*_{min} = 1.7$ ;
- начало фазы роста – апрель 2011 года ( $W = 54.4$ ,  $F_{10.7} = 112.6$ ), когда видимый диск Солнца одновременно проходили сразу 3 группы пятен среднего размера с площадями  $> 300$  м.д.п.;

– появление первой большой ( $S_p \geq 500$  м.д.п.) группы солнечных пятен – февраль 2011, а первой очень большой ( $S_p \geq 1500$  м.д.п., северное полушарие Солнца) – начало ноября 2011 года;

– с началом текущего солнечного цикла наблюдается явное преобладание пятнообразовательной активности северного полушария Солнца: за три с половиной года развития (на 10 мая 2012 года) на видимом диске Солнца появилось 477 группы пятен, из которых 292 образовались в северном полушарии и 185 – в южном;

– в текущем 24 солнечном цикле за 3.5 года развития на Солнце произошло 30 больших солнечных вспышек, среди которых две вспышки с баллом  $X > 5$  и 10 вспышек с баллом  $X \geq 1.0$ . Основные характеристики больших вспышек по рентгеновскому баллу приведены в таблице 2.

Начальный период развития текущего цикла, как и предыдущих двух, показал, что его высоту можно спрогнозировать уже после 18 – 24 месяцев после его начала, когда кривая развития цикла определенно попадает в одно из семейств: высоких, средних или низких солнечных циклов.

Из сказанного выше следует, что текущий цикл развивается по сценарию, типичному для нормальных циклов. По этому сценарию наиболее мощные вспышечные события обычно происходят на фазе спада цикла и иногда на фазе роста. Некоторые особенности развития последних трёх солнечных циклов солнечной активности и картина развития типичных для данного цикла активных областей подтверждают произошедшую смену режима генерации магнитных полей в конвективной зоне Солнца. Это привело к тому, что Солнце вступило в период малых и средних солнечных циклов, который может продлиться примерно 5 – 6 солнечных циклов (50 – 70 лет). Следствием уменьшения количе-

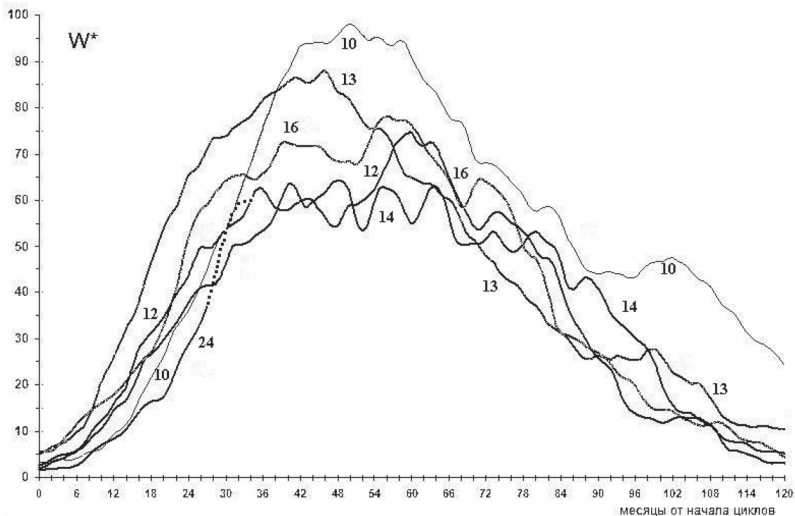


Рис.3. Ход развития (40 месяцев) 24-го цикла среди достоверных циклов низкой и средней (10, 13) величины по сглаженным за 13 месяцев относительным числам солнечных пятен ( $W^*$ ). По оси ординат – месяцы после начала цикла. Точки минимумов всех циклов сведены в начало координат.

Таблица 2

*Большие ( $M \geq 5.0$ ) солнечные вспышки текущего 24 цикла солнечной активности за 40 месяцев развития по интенсивности мягкого рентгеновского излучения в диапазоне 1 – 8 А (12.5 – 1 кэВ)*

№	Дата	Балл	Координаты	АО
1	2011/08/09	X6.9/2B	N17W69L301	11263
2	2012/03/07	X5.4/3B	N17E27L301	11429
3	2011/02/15	X2.2/	S20W15L034	11158
4	2011/09/06	X2.1/2B	N14W18L224	11283
5	2011/09/24	X1.9/2B	N12E60L279	11302
6	2011/11/03	X1.9/2B	N22E63L117	11339
7	2011/09/07	X1.8/3B	N14W28L224	11283
8	20120127	X1.7/2F	N27W71L211	11402
9	2011/03/09	X1.5/2B	N08W09L093	11166
10	20120307	X1.3/SF	N22E12L315	11430
11	2011/09/22	X1.4/2N	N13E78L279	11302
12	20120305	X1.1/2B	N17E52L301	11429
13	2011/07/30	M9.3/SF	N21W68L330	11161
14	2011/08/04	M9.3/2B	N19W36L358	11261
15	20120123	M8.7/2B	N28W21L211	11402
16	20120310	M8.4/	N17W24L301	11429
17	2010/02/12	M8.3/1N	N26E11L185	11046
18	20120313	1B/M7.9	N19W59L301	11429
19	2011/09/25	M7.4/2N	N11E47L279	11302
20	2011/09/24	M7.1/1B	N12E58L279	11302
21	2011/09/08	M6.7/1N	N14W40L224	11283
22	2011/02/13	M6.6/1N	S20E04L036	11158
23	2011/02/18	M6.6/	S20W53L034	11158
24	2010/02/07	M6.4/1N	N20E09L253	11045
25	20120309	M6.3/SF	N15W03L30	11429
26	2011/08/03	M6.0/2B	N16W30L358	11261
27	2011/09/24	M5.8/	N13E52L279	11302
28	2010/11/06	M5.4/1N	S19E58L211	11121
29	2011/03/08	M5.3/1F	S17W86L182	11165
30	2011/09/06	M5.3/1B	N14W07L224	11283

ства АО будет рост количества корональных дыр, а значит и рекуррентных высокоскоростных потоков солнечного ветра, которые вызовут в ОКП относительный рост числа рекуррентных малых геомагнитных возмущений. А значительное снижение числа вспышечных событий приведет к уменьшению количества обычно более сильных спорадических геомагнитных возмущений и росту периодов спокойных геомагнитных условий. Ослабление режима выноса солнечных магнитных полей привело к уменьшению зоны модуляции галактических космических лучей в межпланетном пространстве и значительному росту их интенсивности в ОКП и, соответственно, к росту радиационного фона на всем протяжении солнечного цикла, а не только в эпоху минимума. Спорадический нагрев земной атмосферы значимо уменьшился, что приводит к еще большему загрязнению ОКП (неблагоприятный режим очистки низких орбит от космического мусора) и другим, возможно, неблагоприятным последствиям.

## АСТРОНОМИЧЕСКИЕ АРТЕФАКТЫ: ЗАБЫТЫЕ СОЗВЕЗДИЯ (продолжение)

**Зевс-Громовержец** (рис. 1) – созвездие приполярной области северного полушария неба. Было предложено неизвестным автором в 1575 году как северный контрапункт предполагаемого южного созвездия Фазгон. Созвездие изображает владыку олимпийского пантеона Зевса в росписи купола зала виллы Фарнезе (Капрарола, Италия). Простиралось от нынешнего Малого Льва через Рысь к Жирафу. Астрономами не использовалось.

**Императорский Лев** (лат. STEA Leo Palatinus, рис. 2). Был предложен в 1785 году Карлом-Иосифом Кёнигом, астрономом из обсерватории Мангейма. Аббревиатура STEA означает супругов – Карла Теодора фон Зульцбах (курфюрста Пфальца, покровителя астронома) и Элизабету Аугусту. Созвездие состояло из нескольких слабых звезд между Водолеем и Орлом.



Рис. 1. Неизвестный автор, вилла Фарнезе, 1575 г.

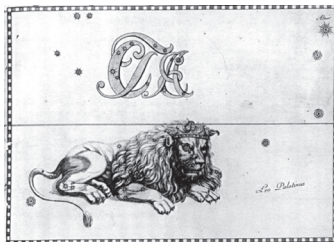


Рис. 2. Императорский Лев

соответствует козе (в поздних мифах – нимфе) Амалфея, вознесенной на небо Зевсом. В звездных атласах созвездие Возничий изображалось мужской фигурой, обычно держащей на плече козу, а на левой руке – двух козлят.

**Корабль Арго** (лат. Argo Navis, рис. 4) – большое историческое созвездие южного полушария, одно из 48 созвездий в атласе Птолемея. Названо в честь легендарного корабля аргонавтов. В середине XVIII века французский астроном Лакайль разделил созвездие на три части: Киль, Корма и

**Коза с Козлятами** (рис. 3) – часть созвездия Возничий, в античности иногда трактовавшаяся как самостоятельное созвездие. Включает главную звезду Возничего Капеллу, что переводится как «Козочка».

Мифологически



Рис. 3. Аллард, «Северная полусфера», 1706 г.



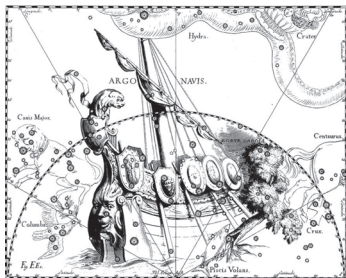


Рис. 4. Ян Гевелий, «Уранография», 1690 г.

Корбинианусом для созвездия, называемого сейчас Северной Короной. Томас Корбинианус, монах-бенедиктинец из Зальцбурга, издал в 1730 году атлас «Mercurii philosophici firmamentum firmianum», ставший художественным сокровищем уранографии благодаря изображениям созвездий, выполненным в барочном стиле. В этом атласе Корбинианус опубликовал созвездие Корона Фирмиана, названное так в честь его патрона, архиепископа зальцбургского Леопольда фон Фирмиана. Был еще вариант названия того же созвездия – Сердце Зальцбурга.

Паруса. Буквенные обозначения Байера остались прежними, в частности,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\epsilon$  и  $\eta$  Корабля Арго стали  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\epsilon$  и  $\eta$  Киля,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\lambda$  и  $\mu$  Корабля Арго стали  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\lambda$  и  $\mu$  Парусов,  $\zeta$ ,  $\nu$ ,  $\xi$ ,  $\omicron$ ,  $\pi$ ,  $\rho$  и  $\tau$  Корабля Арго стали такими же Кормы. Созвездие Компас, введенное Лакайлем, находится на месте, где иногда изображалась мачта Корабля, но обычно не считается частью Корабля Арго.

**Корона Фирмиана** (лат. Corona Firmiana, Vulgo Septemtrionalis, рис. 5) – название, предложенное Томасом Корбинианусом

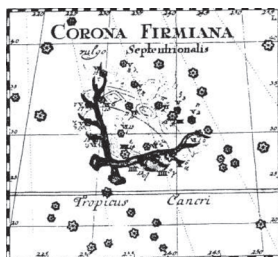


Рис. 5. Корона Фирмиана

**Кошка** (лат. Felis, рис. 6) – созвездие, предложенное Лаландом в 1799 году. Иногда использовалось название «Домашняя Кошка» (Felis Domestica). Сам Лаланд нигде не изображал это созвездие, впервые оно появляется в «Уранографии» Боде. Лаланд писал: «Я очень люблю кошек и хочу, чтобы это животное царапалось на небесной карте». Созвездие занимало часть современной Гидры, между  $\alpha$  Гидры и Компасом.



Рис. 6. Боде, «Уранография», 1801 г., графика (фрагмент)

#### Ляг (Лот)

(лат. Lochium Funis, рис. 7) – отмененное южное созвездие, появившееся в «Уранографии» Боде в 1801 году. Созвездие изображало корабельный ляг и занимало восточную часть Компаса, на границе с Насосом. Элиза Боуэн в «Наблюдательной астрономии», выпущенной в Нью-Йорке в 1888 году, применила к этому созвездию название Linea Nautica. На русский язык оба названия переводятся как «Ляг» или «Лот». Перевод «Логарифмическая линейка» неверен.



Рис. 7. Ляг (Лот). Боде, «Уранография», 1801 г.

**Лилия** (лат. *Lilium*, рис. 8) – устаревшее северное созвездие. Под названием «Цветок Лилии» (фр. *Fleur de Lys*) было помещено Пардьё в вышедшем в 1674 году (уже после смерти автора) атласе звездного неба «*Globi coelestis*». Созвездие располагалось восточнее («левее») Треугольника и было посвящено Людовику XIV, представляя собой геральдическое изображение цветка линии с французского герба. В 1679 году Огюстен Ройе латинизировал и сократил название созвездия. Часто Ройе ошибочно называется автором созвездия Лилия.

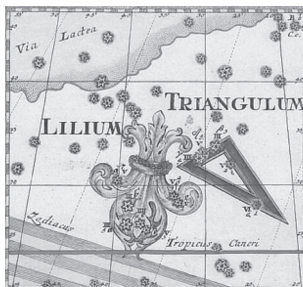


Рис. 8. Корбинианус, «*Mercurii philosophici firmamentum firmianum*», 1730 г.

**Лютня Георга, или Арфа Георга** (лат. *Psalterium Georgii*, рис. 9) – отмененное созвездие. Предложено в 1781 году придворным астрономом Марии Терезы Максимилианом Хеллем. Названо в честь короля Георга II, под чьим патронажем работал астроном Гершель. Сейчас это часть Эридана – под Тельцом, левее Кита.

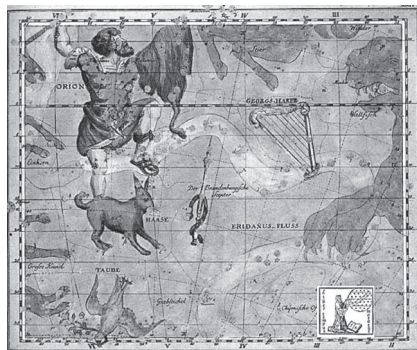


Рис. 9. Боде, «Представление звезд» 1782 г.

**Малый Рак** (лат. *Cancer Minor*, рис. 10) – созвездие, предложенное Планциусом в издании небесного атласа 1612 года. Располагалось западнее созвездия Рак и изображалось маленьким рачком. Созвездие появлялось на нескольких картах XVII века.

**Малый Треугольник** (лат. *Triangulum Minor*, рис. 11) – созвездие северного полушария неба. Было предложено Яном Гевелием в 1690 году. Располагалось под Треугольником, который у Гевелия назывался «Большой



Рис. 10. Целлариус, «Гармония Макрокосмоса», 1661 г.

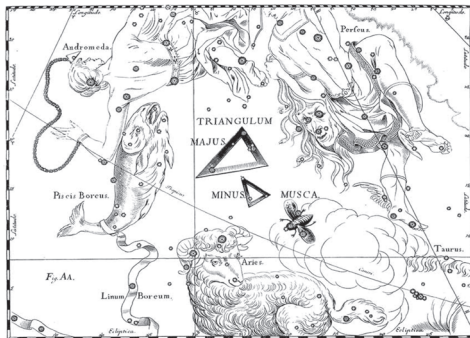


Рис. 11. Ян Гевелий, «Уранография», 1690 г.



Рис. 12. Боде, «Уранография», 1801 г., графика, цвет

цированный Арго включал новые звезды. Иногда эти звезды выделяли в самостоятельное созвездие – Мачта. Сейчас это южная часть Компаса и северная часть Парусов.

**Меч-Рыба** (лат. Xiphias, рис. 13) – устаревшее название созвездия Золотая Рыба южного полушария неба. Само созвездие и ныне использующееся название Золотая Рыба были предложены Петером Планциусом в 1598 году. Указанное название применялось некоторое время, однако в 1627 году Иоганн Кеплер предложил вариант Меч-

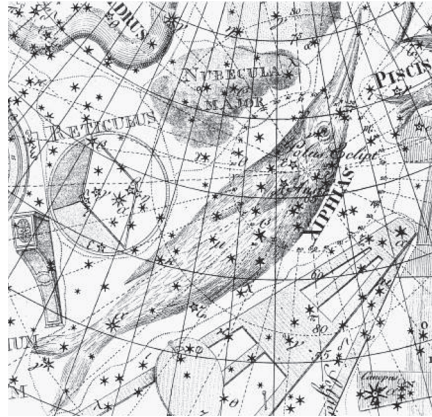


Рис. 13. Меч-Рыба

Рыба. Под этим именем и в виде меч-рыбы или пилы-рыбы оно фигурирует в некоторых атласах звездного неба наряду с первоначальным вариантом. Ныне принято исходное наименование созвездия – Золотая Рыба (лат. Dorado).

**Мечи Курфюрста Саксонского** (лат. Gladii Electorales Saxonici, рис. 14). Созвездие предложено Готфридом Кирхом в 1684 году. Представляло собой герб курфюрста Саксонского в виде двух перекрещенных мечей. Располагалось южнее Арктура, на стыке созвездий Волопас, Дева, Весы и Змея.

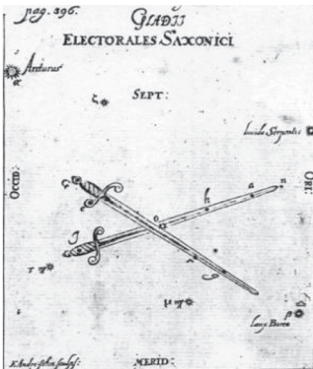


Рис. 14. Мечи Курфюрста Саксонского

(Продолжение следует)



## В ГОСТЯХ У МУЗЫ УРАНИИ

### *Константин Бальмонт*

Поэт-символист (1867 – 1942), переводчик, эссеист, один из виднейших представителей русской поэзии Серебряного века. Какая интуиция! Практически с научной точностью передан процесс образования звезд.

В туманной и пылающей пыли  
Размерных вихрей началось вращение  
И волей притяженья – отторженья  
Поплыли огневые корабли.

В безмерной яме жгучих средоточий  
Главенствующих сил ядро легло,  
И алым цветом солнце расцвело.

Планеты – дальше, с сменой дня и ночи,  
Но будет час.  
Насмотрятся все очи.  
И все планеты рушатся в жерло.

### *Федерико Гарсия Лорка*

Поэт (1898 – 1936), авангардист, один из самых ярких и значительных деятелей испанской культуры начала 20-го века.

#### ПЛЯШЕТ ЛУНА В САНТЬЯГО

Бледный юноша влюбленный  
бродит между облаками?

Нет, луна, луна танцует  
над застывшими телами.

Проплывают в небе тени,  
мчатся волки за теньями?

То луна, как прежде, пляшет  
над застывшими телами.

Может, бьют копытом кони  
у ворот, омытых снами?

Нет! Луна, луна танцует  
над застывшими телами!

Кто сквозь облачные стекла  
смотрит мутными глазами?

То луна, луна, и только,  
над застывшими телами.

Смерть меня на небо манит  
золотистыми цветами?

Нет, луна, луна танцует  
над застывшими телами!

Ай, дитя, под ветром ночи  
побледнели щеки сами!

Нет, не ветер – лунный отсвет  
над застывшими телами.

То быки мычат протяжно  
горестными голосами?

Нет, луна, луна, и только,  
над застывшими телами.

То луна в венке колючем,  
то луна, луна веками

все танцует и танцует  
над застывшими телами!

### *Гийом Аполлинер*

Французский поэт (1880–1918), один из наиболее влиятельных представителей авангарда, создатель термина "сюрреализм", отказался от знаков препинания.

#### ЛУННЫЙ СВЕТ

Безумноустая медоточит луна  
Чревоугодию вся ночь посвящена  
Светила с ролью пчел справляются умело  
Предместья и сады пьяны сытою белой  
Ведь каждый лунный луч спадающий с высот  
Преображается внизу в медовый сот  
Ночной истории я жду развязки хмуро  
Я жала твоего страшусь пчела Арктура  
Пчела что в горсть мою обманный луч кладет  
У розы ветров взяв ее серебристый мед

\* \* \*

Всем ручейкам молочным Ханаана  
О Млечный Путь ты светозарный брат  
Ты курс нам указуешь постоянно  
К туманностям куда сквозь звездопад  
Летят тела возлюбленных слиянно

Существованьем правит рок слепой  
И подчиняясь музыке небесной  
Которая звучит сама собой  
Всю нашу жизнь танцуем мы над бездной  
По воле бесов властных над судьбой

### *Юрий Сергеевич Ефимов*

Астроном и поэт (20.11.1935-21.10.2011).

\* \* \*

Неспешен времени полёт,  
Все дни и ночи так похожи,  
Но время выставляет счёт  
За каждый миг, что нами прожит.

Мы все у времени в долгу.  
А мой кредит давно истрачен.  
Его вернуть я не могу  
В тот срок, который мне назначен...

Leisurely is flight of Time  
All days and nights so much alike,  
The Time gives us a strong invoice  
For every moment and the choice.

We always are in debt to Time.  
And my credit was spent, was fine.  
I can't return this debt, when live,  
Since Time appointed to me...

*(перевод И.Л.Андропова, опубликован в японском циркуляре по переменным звездам vsnet-chat 7737 вместе с некрологом)*

\* \* \*

Уходят из жизни поэты.  
От них остается лишь след.  
Поэмы, стихи и сонеты,  
И в книжке случайный портрет.

Поэты не могут исчезнуть.  
Ученым поэты сродни.  
Проникнуть в душевные бездны  
Могут лишь только они.

Поэты – они же пророки,  
Не учат они ничему,  
Но их вдохновенные строки  
Пищу приносят уму.

Все таинства мысли и чувства  
Поэтам дано открывать.  
Поэзия – это искусство  
На жизнь постоянно влиять.

\* \* \*

Поэзия – всегда преувеличенье  
Того, что было, или чего нет,  
И за одно прекрасное мгновенье  
Всю жизнь расплачивается поэт.

Искусство не подвластно смерти,  
Душа искусства вечно горяча,  
И проступают краски на мольберте  
Кровью под секирой палача.

Каждый плюс имеет минус,  
Каждый минус – в чем-то плюс.  
Мы как косинус и синус -  
Фазо-сдвинутый союз.

\* \* \*

Порою мы к цели идем наугад,  
Блуждаем в пути, не считая затрат.  
Куда мы придём – никому неизвестно,  
Но только бы нам не вернуться назад!

Текущее время бежит, как вода.  
Горе и радость уносят года.  
Ступени они, что ведут в Бесконечность,  
Или, быть может, ведут в Никуда?

За датой следует дата,  
Простой человеческий путь...  
Всё больше звучит “когда-то”  
Всё реже – “когда-нибудь”.

## Алина Еремеева

Метеоритные воспоминания и размышления.

### БАЛЛАДА О СЕДЬМОЙ СИХОТЭ-АЛИНЬСКОЙ МЕТЕОРИТНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ (первой в судьбе автора)<sup>1</sup>

*К 65-летию падения – 12.02.1947г.*

На мелодию известной песни:  
"Я люблю тебя, Жизнь,  
Что само по себе и не ново..."

Дождь железный упал,  
Что само по себе и не ново.  
Нас в дорогу позвал,  
Чтоб искать его снова и снова.

Вот уж шесть пронеслось,  
Экспедиция наша седьмая.  
Роем землю насквозь  
Вдоль таежного дикого края.

Нас едят комары  
И мошка словно тигры кусает.  
Но мы духом бодры –  
Аппетита никто не теряет.

Мы отважно живем:  
И жуем, и работаем дружно.  
И осколков несём  
Даже, кажется, больше, чем нужно:

Но настройся опять  
На искателя голос сигнальный:  
Ведь мечта – отыскать  
Экземпляр свой "индивидуальный".

Мы за ними пройдем  
Склоны сопок и кедров завалы  
И за дальним ключом  
Мы отыщем падения начало.

В каждом новом куске  
Зашифрована повесть Вселенной:  
Как текла вдалеке  
Жизнь материи, в целом нетленной.

Тайной пористых глыб  
Наше сердце тревожно задето:  
В них узнать мы могли б,  
Как творилась и наша планета.

Звезд над нами шагёр –  
Проплывают светила по кругу.  
Снова древний костёр  
Нас как будто приблизил друг к другу:

Но я в мыслях далёк:  
И мечты своей дерзкой не скрою:  
Чтоб на наш огонёк  
Залетел вновь шальной астероид.

*Лагерь экспедиции, сентябрь, 1973 г.*

<sup>1</sup> Перед условным экспедиционным "Днем метеоритики" (17.09.1973) ко мне обратилась одна из активисток экспедиции геолог Л.П.Хрянина с просьбой сочинить гимн экспедиции. Наутро он был готов. Но вечером выяснилось, что на тот же мотив гимн уже был некогда написан руководителем экспедиции В.И.Цветковым. Тогда я и назвала свое "творение" Балладой. "Ключами" в Сибири называют небольшие, часто заболоченные и закумленные ручьи. Между двумя такими – Большим и Малым Метеоритными, разделенными несколькими километрами сопок, покрытых кедровой тайгой, и располагался наш лагерь. "Индивидуальными" экземплярами метеоритного дождя называют не разрушившиеся при ударе, сохранившие кору плавления и поверхность, покрытую регмаглиптами – кавитационными углублениями, возникающими при полете метеорного тела сквозь атмосферу, под воздействием турбулентных потоков воздуха, когда поверхность метеорита разогревается до 3000°С. Поиск вещества в тайге уже на второй год после падения возможен был лишь с помощью миноискателей.

## 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, Высокоточной 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:*

- Бескин В.С. Гравитация и астрофизика, 2009.
- Бисноватый-Коган Г.С. Релятивистская астрофизика и физическая космология, 2011.
- Брауде С.Я. Радиоволны рассказывают о Вселенной. "Наукова Думка", 2012.
- Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. Изд. 2, 2012.
- Грин Б. Скрытая реальность: Параллельные миры и глубинные законы космоса. Пер. с англ., 2013.
- Засов А.В., Кононович Э.В. Астрономия. Физматлит, 2011.
- Каретников В.Г. Многоцветная астрофотометрия. Учебное пособие. Одесса: Астропринт, 2012.
- Кинг А.Р. Введение в классическую звездную динамику. Пер. с англ. Изд. 2, 2011.
- Климишин И.А., Гарбузов Г.О., Мурников Б.О., Кабанова Т.И. Астрономия. Довідник-практикум. Одеса: Астропринт, 2012.
- Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии. Изд. 3, 2013.
- Меньчуков А.Е. В мире ориентиров или как определить свое местоположение на суше. На море и в космосе. Изд. 8, 2012.
- Михайлов О.В. Полузабытые тайны Космоса, Земли, Моря, Техники и Истории. Кн.1. Изд. 2, 2010.
- Михайлов О.В. Блеск и нищета астрологии. Изд. 2, 2011.
- Паннекук А. История астрономии. Пер. с англ. Изд. 3, 2013.
- Пенроуз Р. Новый ум короля: О компьютерах, мышлении и законах физики. Пер. с англ. Изд. 4, 2011.
- Перельман М.Е. А почему это так?: Физика в гостях у других наук в занимательных беседах, вопросах и ответах. Кн.2. Изд. 3, 2012.
- Попова А.П. Занимательная астрономия. Изд. 3, 2012.
- Сазанов А.А. Четырехмерная модель мира по Минковскому. Изд. 2, 2013.
- Сурдин В.Г. Разведка далеких планет. Москва: Физматлит, 2011.
- Сурдин В.Г. Путешествия к Луне. Москва: Физматлит, 2011.
- Сурдин В.Г. Астрономические задачи с решениями. Изд. 3, 2012.
- Ушаков И.А. История науки сквозь призму озарений: Кн.1. Пути познания Вселенной, 2009; Кн.8. Покорение космоса: Небо без границ, 2010.
- Фашевский Н.Н. Оптические телескопы и астрономическая оптика. Одесса: Астропринт, 2011.
- Хайтун С.Д. Феномен человека на фоне универсальной эволюции. Изд. 2, 2009.
- Хван М.П. Неистовая Вселенная: От Большого взрыва до ускоренного расширения, от кварков до суперструн. Изд. 3, 2012.
- Хлопов М.Ю. Космомикрофизика. Изд. 3, 2013.
- Чернин А.Д. Вращение галактик. Изд. 2, 2012.
- Чернин А.Д. Звезды и физика. Пульсары, короны галактик, квазары, реликтовое излучение. Изд. 3, 2012.
- Эллис Дж. (соавтор Хокинга С., *ред.*). Далекое будущее вселенной. Эсхатология в космической перспективе. 2012.
- Эльясберг П.Е. Измерительная информация: Сколько ее нужно? Как ее обрабатывать? 2011.

### *Интернет ресурсы изданий:*

- Издательство URSS (интернет-магазин), Москва: <http://URSS.ru/>
- Издательство "Наука", Москва: <http://www.nauka.ru/>
- Издательство "ФИЗМАТЛИТ", Москва: <http://www.fml.ru/>
- Издательство Московского университета (интернет-магазин): <http://msupublishing.ru/>
- Издательство Астропринт, Одесса: <http://www.astroprint.odessa.ua/>
- Приобретение научно-популярной литературы в Редакции журнала "Вселенная, Пространство, Время": <http://wselennaya.com/>

### ***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/>

Пушинская радиоастрономическая обсерватория АКЦ ФИАН – <http://www.prao.ru/>

Институт астрономии РАН – <http://www.inasan.rssi.ru/>

Институт земного магнетизма и ионосферы РАН (ИЗМИРАН) – <http://www.izmiran.rssi.ru/>

Институт Космических Исследований РАН – <http://www.iki.rssi.ru/Welcome.html>

Институт Солнечно-Земной Физики РАН (г. Иркутск) – <http://iszf.irk.ru/about.php>

Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН (САО) – <http://www.sao.ru/>

Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН – <http://www.ioffe.rssi.ru/>

Национальное космическое агентство Украины – <http://www.nkau.gov.ua/nsau/nkau.nsf/indexR>

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины – <http://www.mao.kiev.ua/>

Радиоастрономический институт НАН Украины – <http://www.ira.kharkov.ua/>

Крымская астрофизическая обсерватория – <http://www.crao.crimea.ua/old/index.html>

Николаевская астрономическая обсерватория – <http://www.mao.nikolaev.ua/>

Астрономическая обсерватория Киевского ун-та – <http://www.observ.univ.kiev.ua>

Астрономическая обсерватория Львовского ун-та – <http://www.astro.franko.lviv.ua>

Астрономическая обсерватория Одесского ун-та – <http://www.astro-observ.odessa.ua>

Астрономическая обсерватория Харьковского ун-та – <http://www.univ.kharkov.ua/astron/>

Кафедра астрономии Киевского ун-та – <http://space.univ.kiev.ua>

Кафедра астрономии Одесского ун-та – <http://www.chair.astro-observ.odessa.ua>

Кафедра астрономии Харьковского ун-та – <http://www.univ.kharkov.ua/astron/>

Одесский Планетарий: <http://planetarium.chat.ru>

### ***Астрономические общества***

IAU- Международный астрономический союз <http://www.iau.org>

Европейское астрономическое общество <http://www.iap.fr/eas/index.html>

Украинская астрономическая ассоциация <http://www.uaa.astronomy.org.ua>

Евро-Азийское астрономическое общество : <http://www.sai.msu.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](http://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>

## НАЗВАНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ СОЗВЕЗДИЙ И НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

### СОЗВЕЗДИЯ

Для удобства ориентировки среди множества звезд небо разделено на участки разной формы, называемые созвездиями (всего их 88). В каждом созвездии наиболее яркие звезды образуют характерные фигуры, которые легко найти на небе. Созвездиям присвоены свои собственные названия, которые даны ниже в таблице в русском и сокращенном латинском вариантах. В скобках дано положение созвездия: с – северная, э – экваториальная, ю – южная части небесной сферы.

Андромеда .....	And (с)	Киль .....	Car (ю)	Резец .....	Caе (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 .....	Cyг (с)	Сетка .....	Ret (ю)
Возничий .....	Aur (с)	Лев .....	Leo (с)	Скорпион .....	Scо (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)
Гончие 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 (ю)	Орел .....	Aql (э)	Чаша .....	Crт (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 ..	Hyi (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	Α α	йота	Ι ι	ро	Ρ ρ
бета	Β β	каппа	Κ κ	сигма	Σ σ
гамма	Γ γ	лямбда	Λ λ	тау	Τ τ
дельта	Δ δ	мю	Μ μ	ипсилон	Υ υ
эпсилон	Ε ε	ню	Ν ν	фи	Φ φ
дзета	Ζ ζ	кси	Ξ ξ	хи	Χ χ
эта	Η η	омикрон	Ο ο	пси	Ψ ψ
тэта	Θ θ	пи	Π π	омега	Ω ω

## 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 ( $6,324 \cdot 10^{13}$  а.е.).
- Парсек* (пк) – расстояние в 3.262 светового года –  $206265$  а.е. ( $3.086 \cdot 10^{13}$  км).
- Зенит* ( $z$ ) – точка на небесной сфере, расположенная над головой наблюдателя.
- Небесный экватор* – проекция на небесную сферу земного экватора.
- Небесный меридиан* – большой круг небесной сферы, плоскость которого проходит через отвесную линию и ось мира.
- Эклиптика* – большой круг на небесной сфере, вдоль которого движется Солнце.
- Созвездия* – участки звездного неба, которым присвоены собственные имена.
- Зодиак* – 12 созвездий, через которые проходят Солнце и планеты.
- Равноденствие* – момент пересечения Солнцем небесного экватора (весеннее – 20-21 марта, осеннее – 22-23 сентября).
- Солнцестояние* – время нахождения Солнца в наибольшем удалении от небесного экватора (летнее – 21-22 июня, зимнее – 21-22 декабря).
- Апогей* – наиболее удаленная точка орбиты тела, движущегося вокруг Земли.
- Афелий* – наиболее удаленная точка орбиты тела, движущегося вокруг Солнца.
- Перигей* – ближайшая к Земле точка орбиты тела, движущегося вокруг нее.
- Перигелий* – ближайшая к Солнцу точка орбиты тела, движущегося вокруг него.
- Узел* – точка пересечения орбиты небесного тела с эклиптикой.
- Элонгация* ( $E$ ) – угловое удаление планеты от Солнца (к востоку, к западу).
- Квадратура* – положение небесного тела при элонгации  $90^\circ$ .
- Противостояние* – положение небесного тела при элонгации  $180^\circ$ .
- Соединение* – положение небесного тела при элонгации  $0^\circ$  (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 новолунии 0.0, в полнолунии 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),  $T_l$  – летнее время ( $T_l = T_0 + 3$  часа).
- $t_n$  – поясное время восходов ( $t_n$ ), кульминаций ( $t_k$ ), заходов ( $t_z$ ) небесных тел.
- $\tau$  – продолжительность видимости небесного тела в часовой мере.
- $\eta$  – уравнение времени, равное разности среднего и истинного времени.
- J.D. – юлианская дата – число суток, прошедших с полудня 01.01.4713 г. до н.э.
- $S$  – местное звездное время (рассчитывается на долготу наблюдателя).
- $S_0$  – звездное время в нулевом меридиане (в Гринвиче) в  $T_0 = 0$  часов.
- $\lambda_0$  – географическая долгота места наблюдений ( $\lambda_0 = 30.7^\circ$  для Одессы).
- $\varphi$  – географическая широта места наблюдений ( $\varphi_0 = +46.5^\circ$  для Одессы).
- $h$  – высота светила над горизонтом в градусах.
- $\alpha$  – прямое восхождение в экваториальной системе координат в часовой мере.
- $\delta$  – 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.).
- $\Delta$  – расстояние небесного тела от Земли (геоцентрическое расстояние в а.е.).
- $\beta$  – фазовый угол между направлениями с небесного тела на Солнце и Землю.
- $\sigma$  – угловое расстояние между центрами Луны и тени Земли.
- $\rho$  – 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.

## 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  $T_p$ , летом – летнее  $T_n$ , 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  $15^\circ$  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  $T_n$  и равна нулю в момент верхней кульминации Солнца, то есть в полдень. Истинное солнечное время меняется неравномерно, и его заменяют понятием среднего солнечного времени  $T_{cp} = T_n + h$ , 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  $T_m = T_{cp} + 12$ . А местное время  $T_m$ , определяемое для центрального меридиана часового пояса, называется поясным  $T_p$ . В западной части России вместе с Москвой (это 2-й часовой пояс) применяется декретное время  $T_d$ , 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  $S_m$  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  $S_m$  со всемирным  $T_0$  определяется формулой:

$$S_m = S_0 + 1.00274 T_0 + \lambda,$$

где  $\lambda$  – 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 243-246. 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  $\lambda = 30^\circ 45'$  в.д. = +2 часа 03 минуты = +2.05 часа. Целая часть числа (2 часа) указывает на то, что Одесса находится во втором часовом поясе, опережая его время на дробную часть (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	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
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 2013 года в 20 часов 30 минут 24 секунды киевского времени. Напомним, что это обычный год, и время – не летнее, а зимнее. Получим ряд чисел:

$$J.D.2400000+56293+31+6=2456330,$$

где 2400000 берем из заглавия таблицы 1, 56293 – нулевая дата 2013 года, 31 – нулевой день февраля месяца, 6 – дата наблюдения в феврале, взятая для обычного года. Остается только перевести часы, минуты и секунды в доли суток и добавить их как дробную часть к полученному числу.

Вспомним, что время наблюдения мы зафиксировали по киевскому времени, но в юлианской дате оно идет по всемирному времени. Поэтому вычитаем из него номер пояса (2 часа) и переводим его в счет юлианских дат, где начало суток происходит в полдень, то есть, вычитаем 12 часов. Итак, имеем время 20 часов 30 минут 24 секунды минус 2 часа минус 12 часов равняется 6 часов 30 минут 24 секунды. Переводим часы, минуты и секунды в доли суток и получаем число 0.2711. В итоге юлианская дата наблюдения равна J.D.2456330.2711. 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 2013 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  $\rho_{\text{ref}}$ . 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  $\rho_{\text{ref}}$  зависит как от зенитного угла  $z$ , так и от температуры воздуха  $t$  и атмосферного (барометрического) давления  $B$ . В таблицах приведены средняя рефракция  $\rho_{\text{ref}}$  (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.)

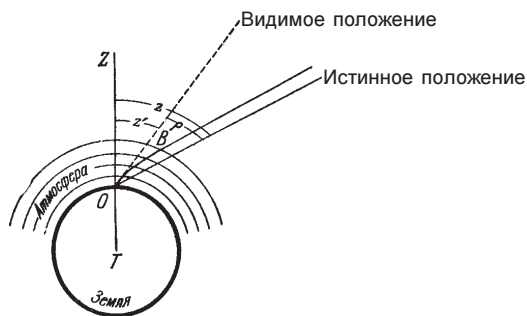
$z$ °	$\rho_{\text{ref}}$ "	$z$ °	$\rho_{\text{ref}}$ "	$z$ °	$\rho_{\text{ref}}$ "
0	0 00	55	1 23	80	5 18
5	0 05	60	1 40	81	5 52
10	0 10	65	2 04	82	6 32
15	0 16	70	2 38	83	7 23
20	0 21	72	2 57	84	8 28
25	0 27	74	3 20	85	9 51
30	0 34	75	3 33	86	11 45
35	0 41	76	3 49	87	14 22
40	0 49	77	4 06	88	18 18
45	0 58	78	4 27	89	24 37
50	1 09	79	4 50	90	35 24

### Поправка за температуру воздуха $t$

$z \setminus t, ^\circ\text{C}$	-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 $B$

$z \setminus B, \text{ мм рт.ст.}$	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  $\varphi$  и географической долготой  $\lambda$  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 ( $t = t_{\text{в}}$ ) или захода ( $t = t_{\text{з}}$ ) для Одессы,  $\chi_{\varphi}$  – поправка за географическую широту и  $\chi_{\lambda}$  – поправка за географическую долготу данного пункта.

В момент верхней кульминации  $\chi_{\varphi} = 0$ , и поэтому

$$T = t_{\text{к}} + \chi_{\lambda}.$$

Для восходов и заходов Солнца, Луны и планет в Украине поправка  $\chi_{\varphi}$  может быть найдена из следующей таблицы:

Таблица 1

### Поправки $\chi_{\varphi}$ за географическую широту места для восходов и заходов Солнца, Луны и планет

$A_0$	Географическая широта $\varphi$										$A_0$
	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	
°	м	м	м	м	м	м	м	м	м	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  $\chi_{\varphi}$  имеет знак, указанный в таблице, для восхода при  $A_0 < 90^\circ$  и для захода при  $A_0 > 90^\circ$ . Поправка  $\chi_{\varphi}$  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  $\chi_{\varphi}$  может быть найдена из таблиц:

Таблица 2

**Поправки  $\chi_\phi$  за географическую широту места для гражданских сумерек**

$A_0$ °	Географическая широта $\phi$									
	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  $\chi_\phi$  за географическую широту места для навигационных сумерек**

$A_0$ °	Географическая широта $\phi$									
	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



**Поправки  $\chi_{\phi}$  за географическую широту места  
для астрономических сумерек**

$A_0$ °	Географическая широта $\phi$									
	44° М	45° М	46° М	47° М	48° М	49° М	50° М	51° М	52° М	53° М
55	+3.7	+2.3	+0.8	-0.8	-2.4	-4.1	-5.9	-7.7	-9.7	-11.7
60	+2.6	+1.6	+0.5	-0.5	-1.7	-2.8	-4.1	-5.3	-6.7	-8.0
65	+1.4	+0.9	+0.3	-0.3	-0.9	-1.6	-2.2	-2.9	-3.7	-4.4
70	+0.2	+0.1	+0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7
75	-1.0	-0.6	-0.2	+0.2	+0.6	+1.1	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0
80	-2.2	-1.4	-0.5	+0.5	+1.4	+2.5	+3.5	+4.6	+5.8	+7.0
85	-3.6	-2.2	-0.7	+0.8	+2.3	+3.9	+5.6	+7.4	+9.3	+11.2
90	-5.0	-3.1	-1.0	+1.1	+3.3	+5.6	+8.0	+10.5	+13.1	+15.8
95	-6.6	-4.1	-1.4	+1.4	+4.3	+7.4	+10.5	+13.9	+17.4	+21.1
100	-8.5	-5.2	-1.8	+1.8	+5.5	+9.5	+13.6	+17.9	+22.5	+27.4
105	-10.7	-6.5	-2.2	+2.3	+7.0	+12.0	+17.3	+22.9	+28.9	+35.2
110	-13.4	-8.2	-2.8	+2.9	+8.9	+15.4	+22.2	+29.6	+37.5	+46.1
115	-17.1	-10.6	-3.6	+3.8	+11.7	+20.2	+29.6	+39.8	+51.3	+64.3
120	-22.9	-14.3	-5.0	+5.2	+16.4	+29.0	+43.6	+61.1	+83.9	+123.6
125	-34.8	-22.3	-8.0	+8.9	+30.3	+63.4	—	—	—	—

Здесь  $A_0$  – азимут точки восхода или захода Солнца для Одессы. Поправка  $\chi_{\phi}$  имеет знак, указанный в таблицах, для конца вечерних сумерек и меняет знак на противоположный для начала утренних сумерек.

Для второго часового пояса поправка  $\chi_{\lambda}$  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;  $\lambda_0$  – 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  $\chi_{\lambda}$ , 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  $\chi_\lambda = \Delta\lambda$ .

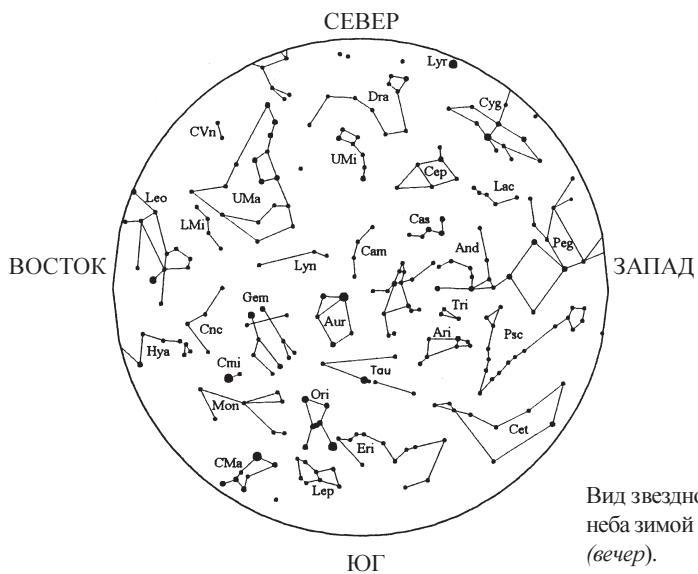
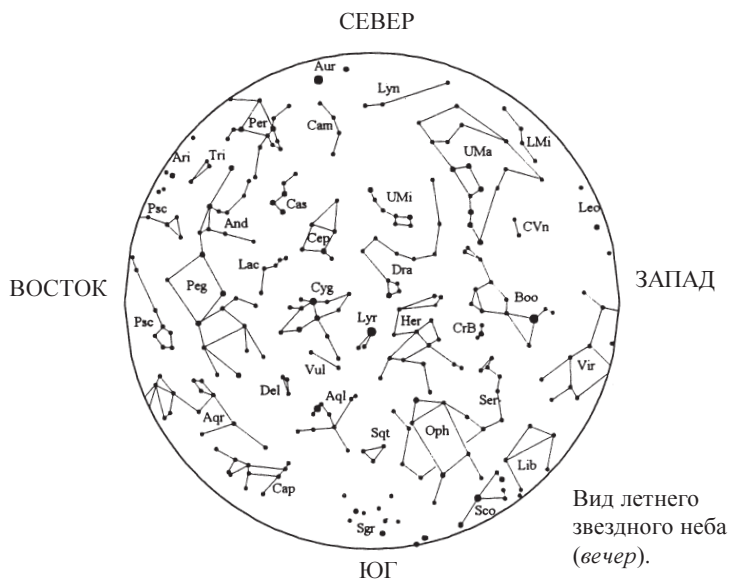
Географические координаты и разности долгот  $\Delta\lambda$  для центров крупнейших населенных пунктов Украины и Молдовы можно найти из таблицы:

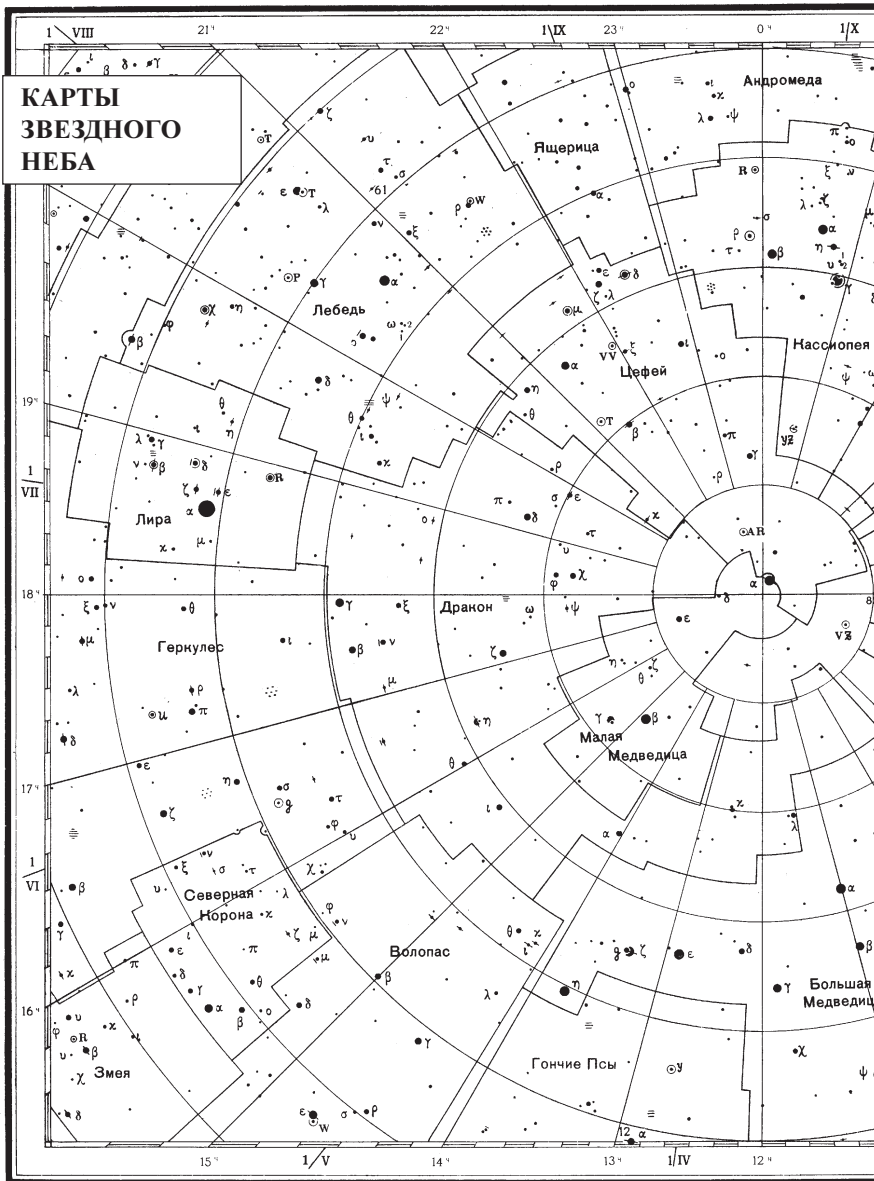
Пункт	φ	λ	Δλ	Пункт	φ	λ	Δλ
	о	о	м		о	о	м
Винница	49.2	28.5	+9	Одесса	46.5	30.75	0
Днепропетровск	48.5	35.0	-17	Полтава	49.6	34.6	-15
Донецк	48.0	37.8	-28	Ровно	50.6	26.2	+18
Житомир	50.3	28.7	+8	Севастополь	44.6	33.5	-11
Запорожье	47.8	35.2	-18	Симферополь	45.0	34.1	-13
Ивано-Франковск	48.9	24.7	+24	Сумы	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

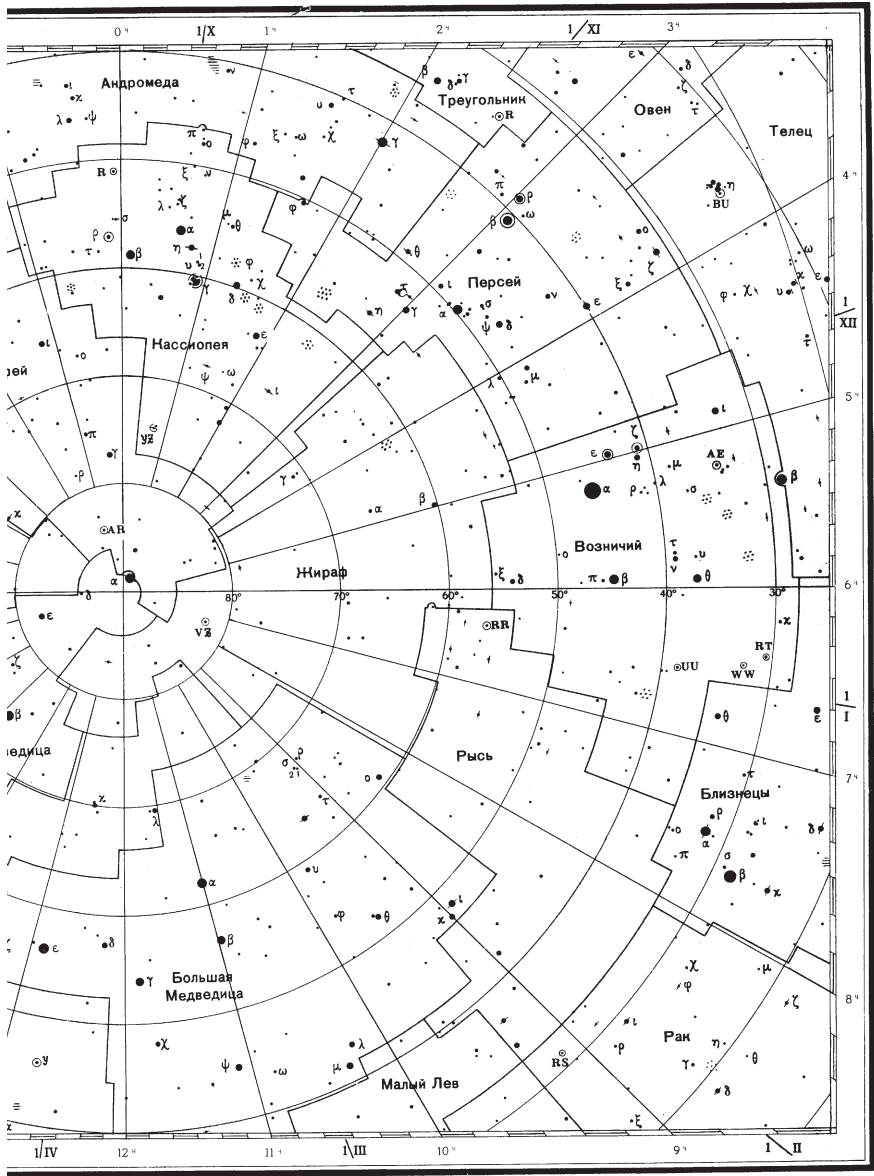
Для указанных пунктов поправки  $\chi_\varphi$  могут быть найдены интерполированием.



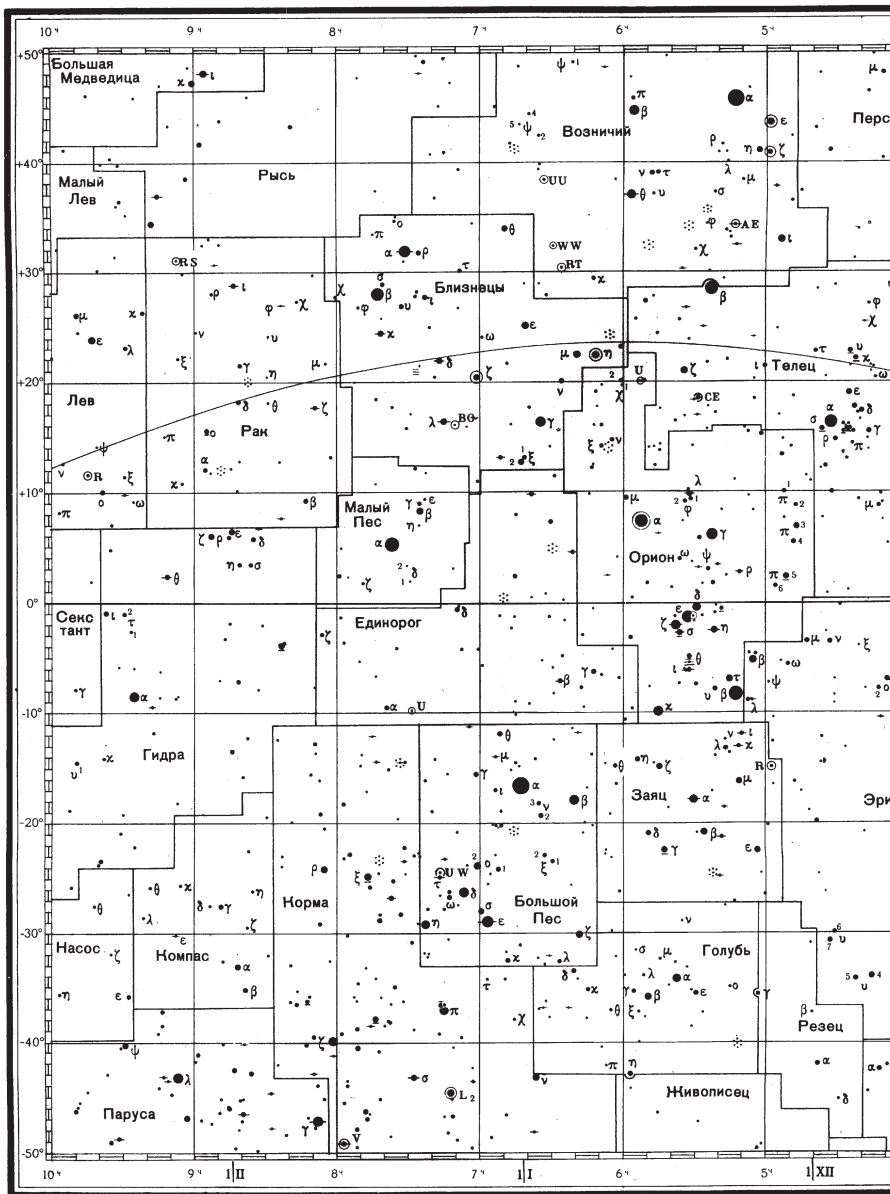
## ВИД ЗВЕЗДНОГО НЕБА НА ЮГЕ УКРАИНЫ



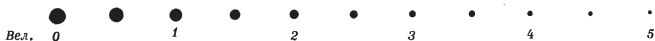


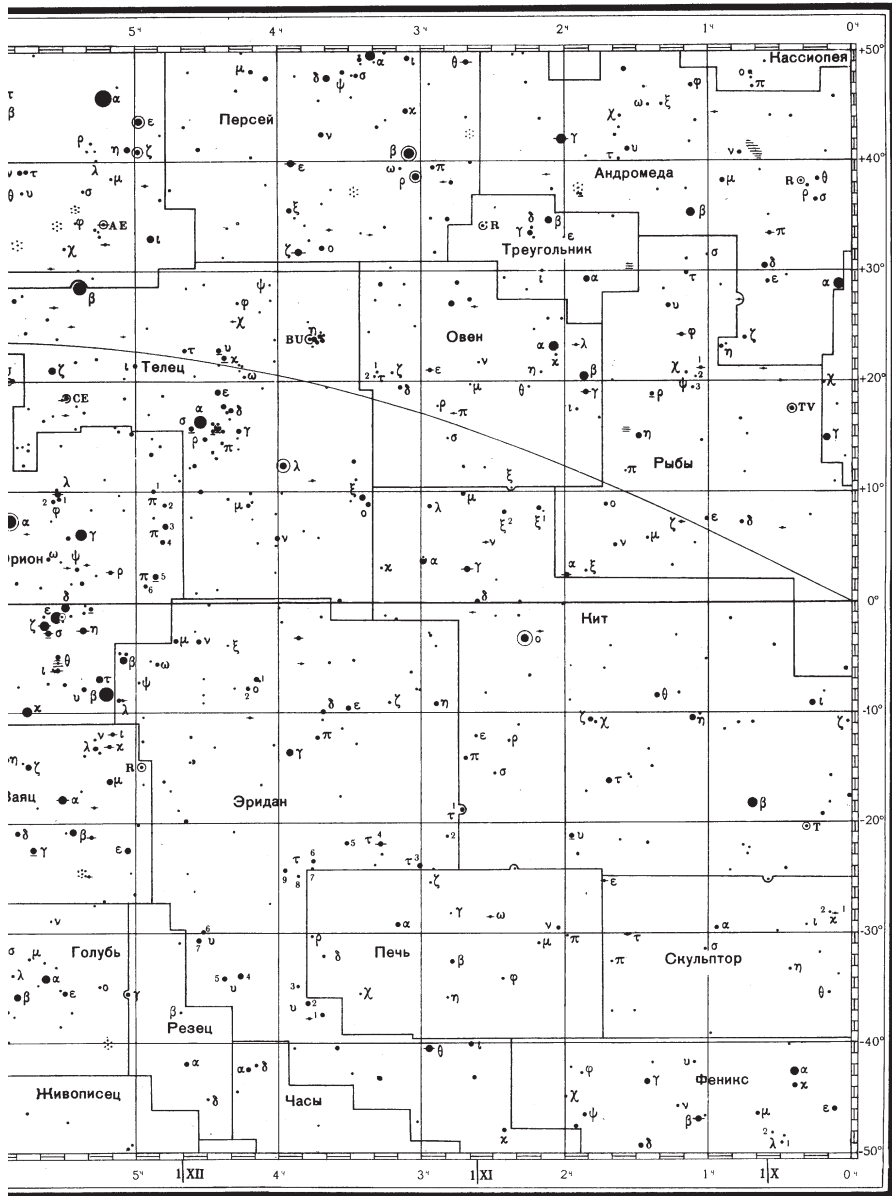


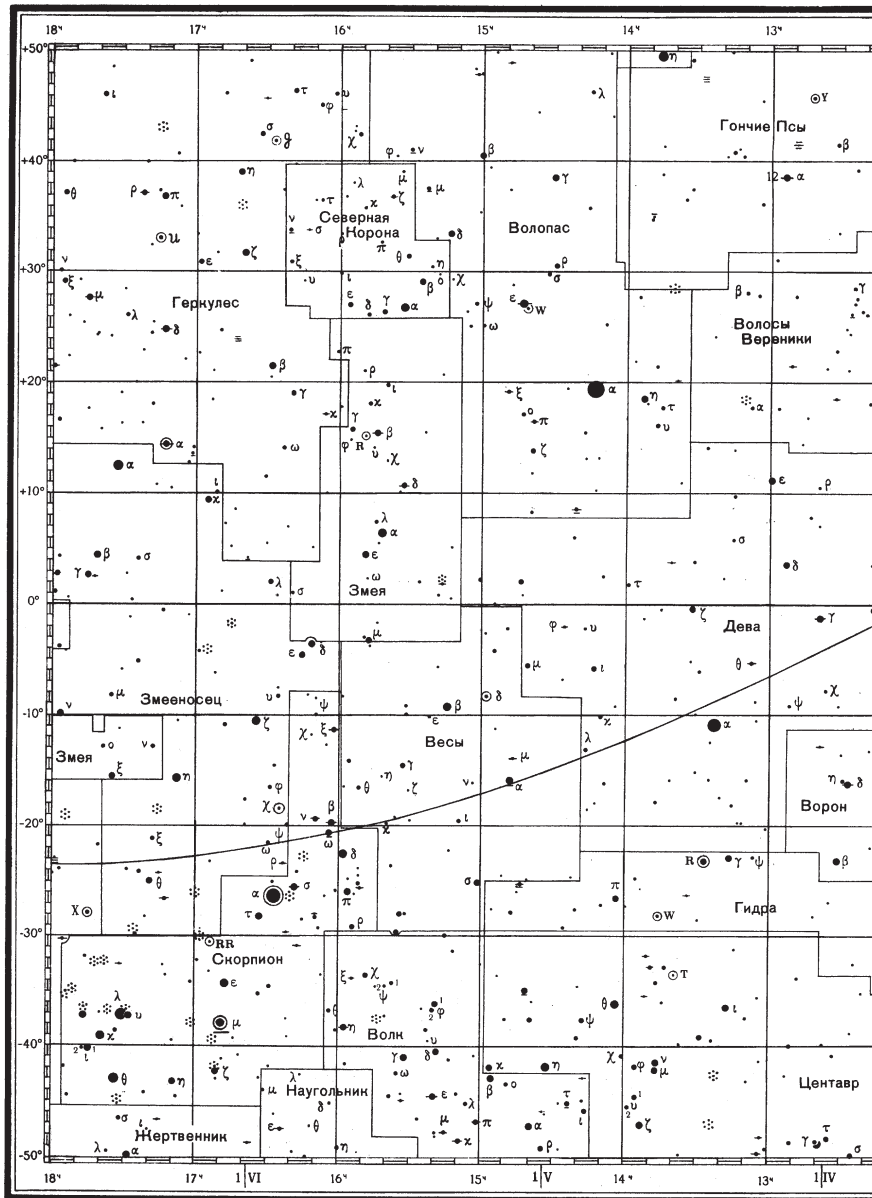
• 3    • 4    • 5    • пер.    • дв.    • бл.    • скоп.    • тум.



Знак №27 Ориона (Orion) в 1958г.

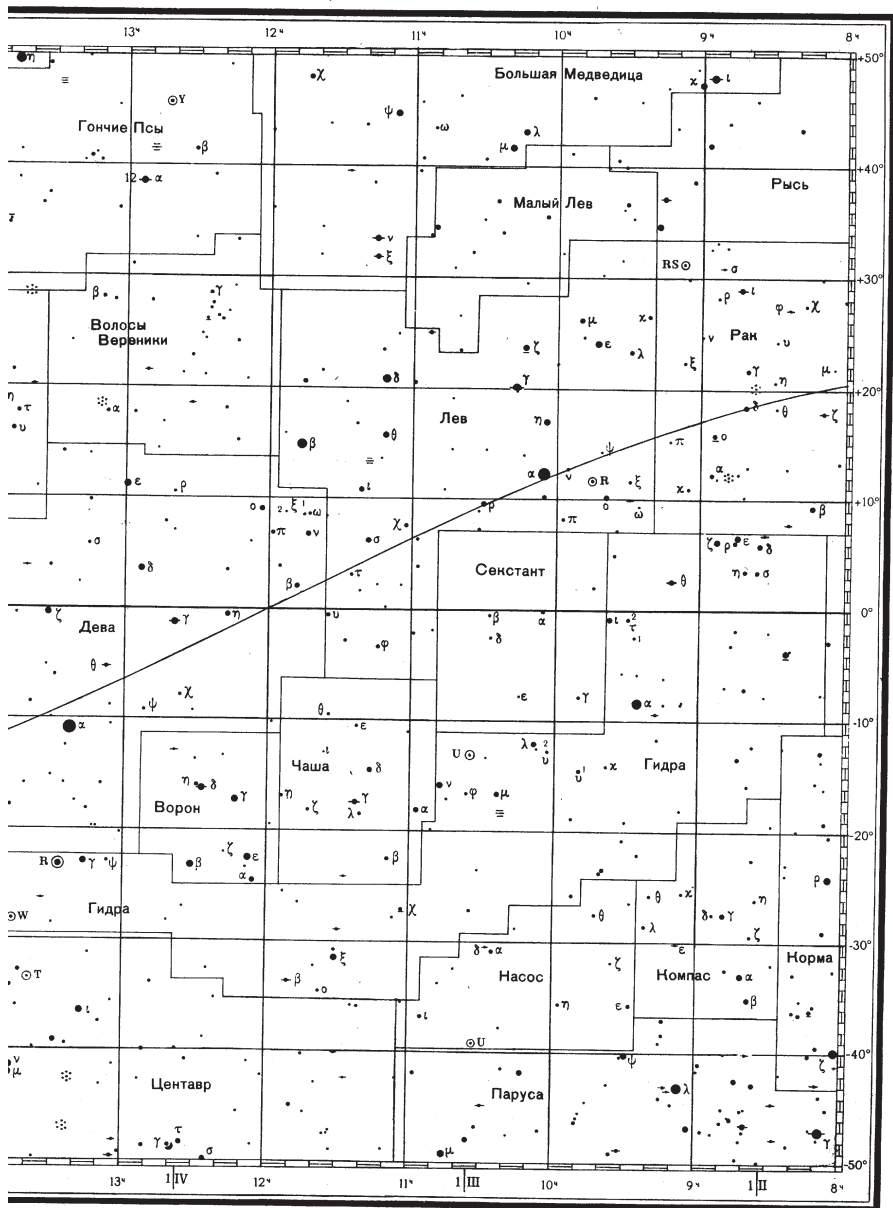




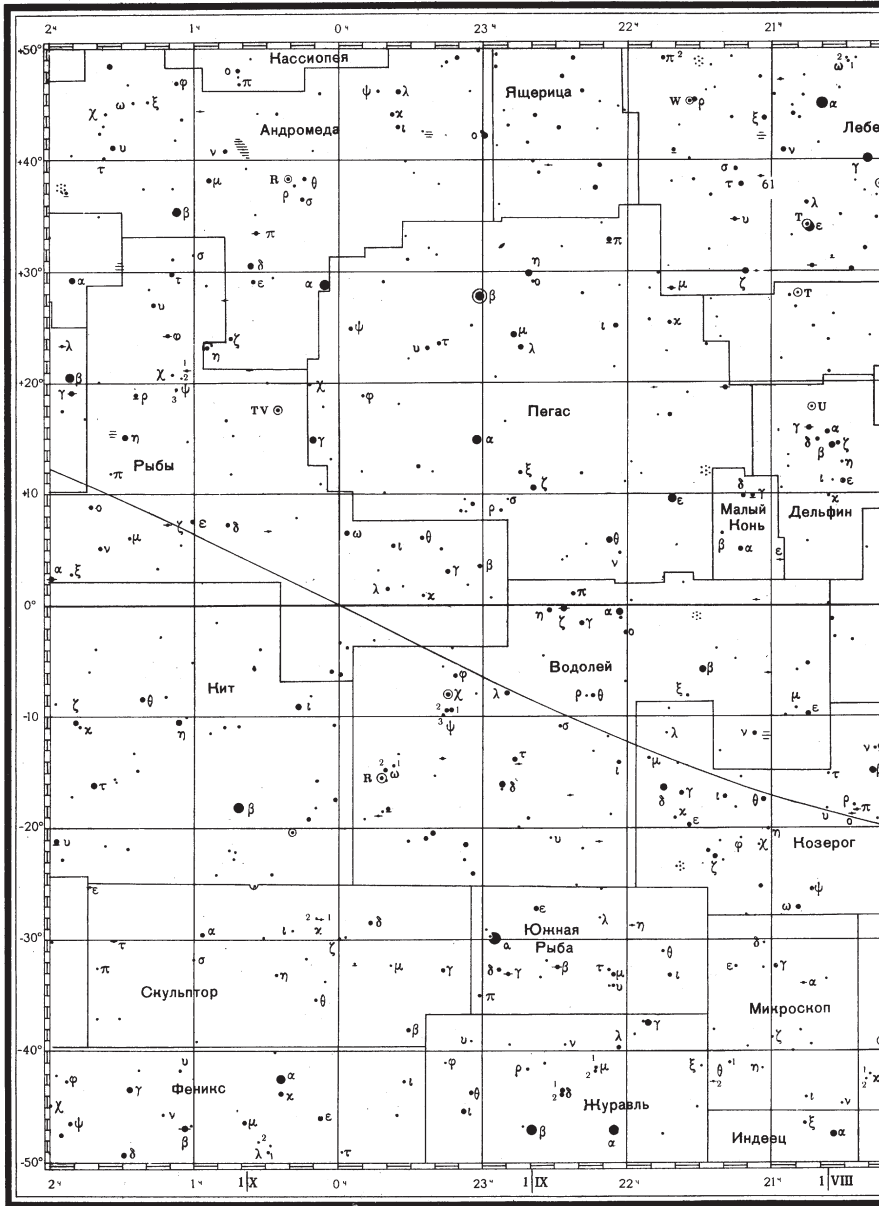


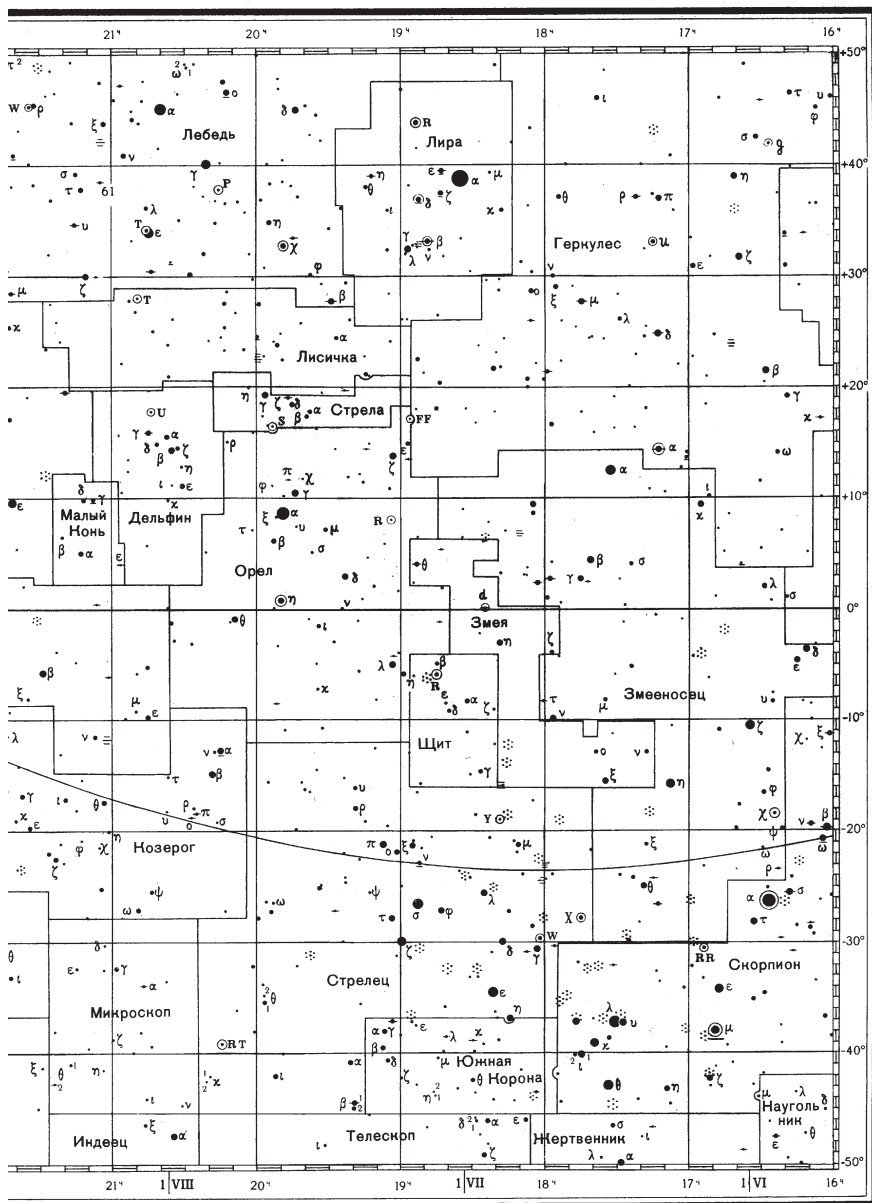
Вел. 0 1 2 3 4





• 4    • 5    ☉ пер.    ◈ дв.    ● бл.    ☼скоп.    ☼тум.





• • • • •    ⊙    ⊕    ●    ☼    ☽  
 4            5            пер.    дв.    бл.    скоп.    тум.

Одеський астрономічний календар (ОАК-2013) 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 застосувати календар як посібник-довідник.

До календаря (ОАК-2013), 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, які знаходяться на стадії еволюції гігантів, надгігантів і гіпергігантів.

*Науково-популярне видання*

## **ОДЕСЬКИЙ АСТРОНОМІЧНИЙ КАЛЕНДАР 2013**

Випуск 14

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 29.11.2012.  
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Гарнітура «Таймс». Друк офсетний.  
Ум.-друк. арк. 14,88. 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](http://www.astroprint.odessa.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №1373 від 28.05.2003 р.