

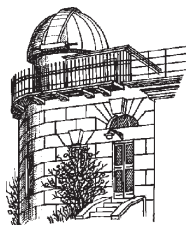
Астрономическая обсерватория
при Одесском национальном университете
имени И.И.Мечникова

ОДЕССКИЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

2011



Выпуск 12
Издается с 1919 года (возобновлен в 1999 г.)



Одесса
“Астропринт”
2010

ББК 22.6(4Укр-4Од)я43
О-417
УДК 521/524:529(477.74)(066)

Редакционная коллегия:

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

65014, г. Одесса, парк им. Т.Г.Шевченко, тел. (048)7220396, astro@paco.odessa.ua

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

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

Одесский астрономический календарь: 2011: [сб. науч. ст.] /
О-417 **Астрономическая обсерватория при Одес. нац. ун-те имени И.И.Мечникова; ред.кол.: В.Г.Каретников (глав. ред.) и др. –**
Вып. 1 (1919). – Одесса: Астропринт, 2010. – Вып. 12. – 256 с.

Одесский астрономический календарь (ОАК-2011) 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-2011), кроме описания основных астрономических явлений года и таблиц, определяющих положение небесных светил и время наблюдений астрономических явлений на небе, включены также очерки по интересным вопросам астрономии и юбилейным датам. Данный выпуск календаря продолжает традицию и посвящен одной из важнейших проблем астрофизики – космологии и космофизике. В календаре также отмечена дата – 50 лет первого полета в космос. Этому событию посвящен коллаж и очерки о полетах человека в космос и о «главном теоретике космонавтики» М.В.Келдыше к 100-летию со дня его рождения.

The Odessa Astronomical Calendar (OAC-2011) 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 cosmology and cosmophysics. Calendar also celebrates very important date – 50 years of the first human being's space flight. Several articles about space flights and about the principal theorist of cosmonautics M.V.Keldysh are devoted to this event.

© Одесская астрономическая обсерватория, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Предисловие (В.Г.Каретников)	4
Табель-календарь на 2011 год (Н.И.Кошкин)	5
Основные термины и обозначения (В.Г.Каретников)	6
Явления и события 2011 года (В.В.Михальчук)	7
История календаря: календарь Великой французской революции (М.Ю.Волянская)	8

СОЛНЦЕ И ЛУНА

Эфемериды Солнца, Луны и сумерек (А.А.Базей)	12
Диаграмма видимости небесных тел, фазы Луны (Н.И.Кошкин)	44
Затмения Солнца и Луны (В.В.Михальчук)	46
Завершение 23-го и начало 24-го цикла солнечной активности (М.И.Рябов)	54
Покрывтия звезд и планет Луной (В.В.Михальчук)	56

ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Большие планеты (А.А.Базей)	60
Спутники больших планет (А.А.Базей)	75
Планеты-карлики и малые тела (Н.И.Кошкин)	84
Периодические кометы в 2011 году (К.И.Чурюмов)	100
Метеоры и метеорные потоки (Ю.М.Горбанев)	107

ЗВЕЗДЫ И ГАЛАКТИКИ

Яркие звезды и их видимые места (В.В.Ковтюх, Н.В.Базей)	110
Кратные звезды (В.Г.Каретников)	117
Переменные звезды (И.Л.Андронов)	122
Наша Галактика (Т.В.Мишенина)	128
Мир за пределами Галактики (А.В.Ющенко)	135

ПОПУЛЯРНЫЕ ОЧЕРКИ

Космология сегодня... (А.М.Черепашук, А.Д.Чернин)	141
Структуры Вселенной (В.И.Жданов, Ю.Н.Кудря)	147
Реликтовое излучение в космологии (Б.С.Новосядлый)	156
Гравитационные линзы – космические миражи (А.А.Минаков, А.В.Сергеев)	165
Большой адронный коллайдер (А.И.Жук)	177

НОВОСТИ АСТРОНОМИИ

Новости астрономии и космонавтики (М.И.Рябов)	184
Конференция по переменным звездам в Одессе (И.Л.Андронов)	189
Гамовская астрономическая школа 2010 года (М.И.Рябов)	192
Общество астрономов-любителей «Астродес» (А.В.Ангельский)	195
Конференция секции астрономии Одесского отделения Малой академии наук (И.Л.Андронов)	196

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

Памятные даты в астрономии в 2011 году (Б.А.Мурников)	198
Среда, 12 апреля 1961 года. Фрагменты воспоминаний Ю.А.Гагарина о полете в космос	202
Академик Мстислав Всеволодович Келдыш (М.Я.Маров)	209
100-летние юбилеи отечественных ученых (В.Г.Каретников)	213
Одесской астрономической обсерватории 140 лет (С.М.Андриевский)	226

ПОСТОЯННАЯ ЧАСТЬ

Названия и обозначения созвездий и небесных тел (М.Ю.Волянская)	228
Время и его определение (В.Г.Каретников)	230
Юлианские даты и их вычисление (И.Л.Андронов)	231
Астрономическая рефракция (В.В.Михальчук)	232
Расчет эфемерид для других мест (В.В.Михальчук)	234

ПРИЛОЖЕНИЕ

Рекомендованная литература и интернет-ресурсы (М.И.Рябов)	238
Абитуриентам и любителям астрономии (С.М.Андриевский)	241
В гостях у музы Урании (Т.В.Мишенина)	242
Вид звездного неба на юге Украины (Н.И.Кошкин)	247
Карты звездного неба (Н.И.Кошкин)	248

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий выпуск «Одесского астрономического календаря» на 2011 год (ОАК-2011) является 12-м выпуском возрожденного одноименного издания, которое выпускалось Астрономической обсерваторией Императорского Новороссийского (ныне Одесского национального) университета в 1919-1924 годах.

Этот выпуск продолжает традицию постоянного обновления содержания и посвящения календаря одной из важнейших проблем астрофизики – космологии и космофизике. Очерки по этим вопросам написали видные ученые, специалисты по этой тематике из Москвы, Киева, Львова, Одессы и Харькова.

В 2011 году исполняется 50 лет со дня полета первого в мире космонавта – Юрия Алексеевича Гагарина. Этому событию мы посвящаем коллаж на второй странице обложки Календаря, очерк о полетах человека в космос, а также очерки о «главном теоретике космонавтики» М.В.Келдыше к 100-летию со дня его рождения.

Уже постоянной стала рубрика, посвященная видным ученым астрономам бывшего СССР, которым в 2011 году исполнилось бы 100 лет. Наша память и благодарность людям, создавшим основы, на которых базируется современная астрономия, священна.

«ОАК-2011» предназначен для удовлетворения запросов широкого круга читателей и любителей астрономии. Цель календаря состоит в обеспечении интересующегося читателя сведениями об астрономических явлениях 2011 года, видимых невооруженным глазом, либо с применением небольших оптических приборов.

Календарь ОАК-2011 может компенсировать преподавателям астрономии нехватку учебников по астрономии. Особенно полезен он при проведении практических занятий. Выпуск позволяет учащимся узнать имена создателей отечественной астрономии.

Материалы календаря подготовлены членами одесских: астрономического общества, кафедры астрономии, астрономической обсерватории. Мы благодарны нашим соавторам – сотрудникам других астрономических учреждений, пригласившим свои очерки и воспоминания о видных ученых прошлого времени.

Коллектив редколлегии «ОАК-2011» 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» при ОНУ,
редколлегия Одесского астрономического календаря,
тел. (048)-7-220396, эл.-адрес: astro@paco.odessa.ua*

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

2011

Январь

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

Февраль

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

Март

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	

Апрель

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	

Май

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

Июнь

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	
Сб	4	11	18	25	
Вс	5	12	19	26	

Июль

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

Август

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	

Сентябрь

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

Октябрь

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

Ноябрь

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

Декабрь

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	

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Астрономическая единица* (а.е.) – расстояние от Земли до Солнца ($149.6 \cdot 10^6$ км).
- Световой год* – расстояние, которое свет проходит за один год ($6,324 \cdot 10^4$ а.е.).
- Парсек* (пк) – расстояние в 3.262 светового года – 206265 а.е. ($3.086 \cdot 10^7$ км).
- Зенит* (z) – точка на небесной сфере, расположенная над головой наблюдателя.
- Небесный экватор* – проекция на небесную сферу земного экватора.
- Небесный меридиан* – большой круг небесной сферы, плоскость которого проходит через отвесную линию и ось мира.
- Эклиптика* – большой круг на небесной сфере, вдоль которого движется Солнце.
- Созвездия* – участки звездного неба, которым присвоены собственные имена.
- Зодиак* – 12 созвездий, через которые проходят Солнце и планеты.
- Равноденствие* – момент пересечения Солнцем небесного экватора (весеннее – 20-21 марта, осеннее – 22-23 сентября).
- Солнцестояние* – время нахождения Солнца в наибольшем удалении от небесного экватора (летнее – 21-22 июня, зимнее – 21-22 декабря).
- Апогей* – наиболее удаленная точка орбиты тела, движущегося вокруг Земли.
- Афелий* – наиболее удаленная точка орбиты тела, движущегося вокруг Солнца.
- Перигей* – ближайшая к Земле точка орбиты тела, движущегося вокруг нее.
- Перигелий* – ближайшая к Солнцу точка орбиты тела, движущегося вокруг него.
- Узел* – точка пересечения орбиты небесного тела с эклиптикой.
- Элонгация* (E) – угловое удаление планеты от Солнца (к востоку, к западу).
- Квадратура* – положение небесного тела при элонгации 90° .
- Противостояние* – положение небесного тела при элонгации 180° .
- Соединение* – положение небесного тела при элонгации 0° (различают нижнее и верхнее).
- Кульминация* – прохождение небесного светила через небесный меридиан.
- Эфемерида* – расчетное указание времени и места нахождения небесного тела.
- Возраст Луны* (ВЛ) – возраст Луны в сутках, отсчитываемый от новолуния.
- Фаза Луны* – величина освещенной части диска (в новолуние 0.0, в полнолуние 1.0).
- T_0 – всемирное время (местное солнечное время на нулевом меридиане в Гринвиче).
- T_n – поясное время (в Одессе $T_n = T_0 + 2$ часа), $T_{\text{л}}$ – летнее время ($T_{\text{л}} = T_0 + 3$ часа).
- t – поясное время восходов ($t_{\text{в}}$), кульминаций ($t_{\text{к}}$), заходов ($t_{\text{з}}$) небесных тел.
- τ – продолжительность видимости небесного тела в часовой мере.
- η – уравнение времени, равное разности среднего и истинного времени.
- J.D. – юлианская дата – число суток, прошедших с полудня 01.01.4713 г. до н.э.
- S – местное звездное время (рассчитывается на долготу наблюдателя).
- S_0 – звездное время в нулевом меридиане (в Гринвиче) в $T_0 = 0$ часов.
- λ – географическая долгота места наблюдений ($\lambda_0 = 30.7^\circ$ для Одессы).
- φ – географическая широта места наблюдений ($\varphi_0 = +46.5^\circ$ для Одессы).
- h – высота светила над горизонтом в градусах.
- α – прямое восхождение в экваториальной системе координат в часовой мере.
- δ – склонение небесного тела в той же системе координат в градусной мере.
- d – наблюдаемый с Земли угловой диаметр небесного тела.
- r – расстояние небесного тела от Солнца (гелиоцентрическое расстояние в а.е.).
- Δ – расстояние небесного тела от Земли (геоцентрическое расстояние в а.е.).
- β – фазовый угол между направлениями с небесного тела на Солнце и Землю.
- σ – угловое расстояние между центрами Луны и тени Земли.
- p – позиционный угол на диске Луны или Солнца в градусах.
- m – блеск небесного тела в звездных величинах (U, B, V – в системе UBV).
- Sp – спектральный тип небесного тела (обычно относится к звездам).
- v – скорость движения небесного тела.

ЯВЛЕНИЯ И СОБЫТИЯ 2011 ГОДА

**Тропический год 2011.0 начинается 0 января 2011 года в 18ч43м
(0 января 2011 года в 16ч43м по всемирному времени T_0)**

Моменты всех явлений в данном выпуске календаря приведены по киевскому (поясному и летнему) времени, действующем на территории Украины. При применении иного времени дано соответствующее указание. Летнее время вводится 27 марта и отменяется 30 октября 2011 года. Киевское время $T_{\text{Киев}}$ отличается от московского $T_{\text{Москва}}$ на 1 час и связано с ним следующим образом: $T_{\text{Киев}} = T_{\text{Москва}} - 1$, $T_{\text{Москва}} = T_{\text{Киев}} + 1$.

Начало астрономических сезонов года

Весна	Лето	Осень	Зима
21 марта	21 июня	23 сентября	22 декабря
1ч21м	20ч15м	12ч04м	7ч31м

Земля в перигелии – 3 января в 19ч03м, в афелии – 4 июля в 18ч18м

Для середины года (2011.5):

Средний угол наклона эклиптики к экватору $\varepsilon = 23^\circ 26' 16.1''$

Средняя долгота восходящего узла орбиты

Луны на эклиптике

$\Omega = 262.6^\circ$

Астрономические явления 2011 года

СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ:

4 января – частное солнечное затмение, **видно в Украине.**

1-2 июня – частное солнечное затмение, не видно в Украине.

15-16 июня – полное теневое лунное затмение, **видно в Украине.**

1 июля – частное солнечное затмение, не видно в Украине.

25 ноября – частное солнечное затмение, не видно в Украине.

10 декабря – полное теневое лунное затмение, **видно в Украине.**

СОЕДИНЕНИЯ ЯРКИХ ПЛАНЕТ:

16 марта – Меркурий-Юпитер, **11 мая** – Венера-Юпитер, **22 мая** – Венера-Марс.

ПОЯВЛЕНИЕ КОМЕТ:

В 2011 году ожидается прохождение через перигелий 44 комет: 14 «новых» и 20 «старых» короткопериодических комет, 2 долгопериодические, 2 «параболические», 4 «гиперболические» и 6 утерянных короткопериодических комет. Наиболее яркой будет комета 45P/Хонды-Мркоса-Пайдушаковой (6.2^м в сентябре).

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ:

1-5 января – Квадрантиды (максимум 3.01). **16-25 апреля** – Лириды (максимум 22.04). **19 апреля-28 мая** – η -Аквариды (максимум 6.05). **12 июля-19 августа** – Южные δ -Аквариды (максимум 28.07). **17 июля-24 августа** – Персеиды (максимум 12.08). **2 октября-7 ноября** – Ориониды (максимум 21.10). **14-21 ноября** – Леониды (максимум 18.11). **7-17 декабря** – Геминиды (максимум 14.12).

ИСТОРИЯ КАЛЕНДАРЯ: КАЛЕНДАРЬ ВЕЛИКОЙ ФРАНЦУЗСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Григорианский календарь – новый стиль – был введен в 1582 году папой Григорием XIII. Он не менялся в течение многих столетий. Но в годы буржуазной революции во Франции, называемой Великой Французской революцией, была введена в обиход новая календарная система, «основанная на новых философских и научных принципах». Это и неудивительно, поскольку календарь, являясь предметом повседневного употребления, может оказывать идеологическое влияние на пользователей, если в нем заложены определенные идеи. В ходе Великой Французской революции была проведена система мероприятий, призванных порвать с традиционным порядком вещей, с религией и принять «естественную религию», связанную с законами природы. Важным звеном в этой системе была смена календаря.

14 июля 1789 года революционными народными массами была взята парижская крепость – тюрьма Бастилия, и вскоре после этого год 1789 стали называть «первым годом Свободы». Однако месяцы и дни года оставались прежними. В дальнейшем была свергнута королевская династия Бурбонов и провозглашена Французская Республика. Созванный на основе всеобщего избирательного права высший государственный орган Франции Национальный Конвент постановил организовать специальную комиссию по созданию нового календаря. В нее вошли известные ученые – химик де Морво (de Morveau), математик и астроном Лагранж (Lagrange), астроном де Лаланд (de Laland), математик и механик Монж (Monge), астроном и морской географ Пингре (Pingre), поэт, актер и драматург Фабр д'Эглантен (Fabre d'Eglantine), который и придумал все новые названия месяцев и дней года, а помогал ему в этом Андре Туэн (Thouin) – главный садовник Сада Растений Музея Естественной истории в Париже. Председателем Комиссии стал математик и скульптор Шарль-Жильбер Ромм (Charles-Gilbert Romme, 1750-1795).

До того как стать активным деятелем французской республики, Ромм много лет провел в России. Он был воспитателем сына А.С. Строганова – екатерининского вельможи, богатого аристократа, владельца огромной библиотеки и прекрасной коллекции картин, в свое время – ученика швейцарского ученого Берне. В те времена среди русской знати было принято нанимать для воспитания своих детей видных европейских ученых. Строганов пригласил для своего сына Павла Жильбера Ромма, который «привез в Петербург отблеск славы французских просветителей». Одним из педагогических приемов Ромма были путешествия с воспитанником, которые должны были закалить подростка, приучить его к голоду, жажде, холоду, жару, сформировать его, как личность.



Вместе с Павлом Строгановым воспитывался и Андрей Воронихин, бывший крепостной, получивший «вольную», и ставший впоследствии известным русским архитектором. С Роммом они побывали в Киеве и в Крыму, в Карелии и на Белом море. А в 1787 году выехали из России, сначала в Швейцарию, затем поселились в Париже, где их и застала революция. Павла Строганова, успевшего стать членом якобинского клуба, отец, по велению Екатерины Второй, срочно вызвал в Россию. Там его отправили в ссылку в отдаленное имение.

А Ромм с головой погрузился в революционную деятельность, стал членом парламента. По его предложению 5 октября 1793 года Национальный Конвент провозгласил введение нового календаря. Началом (эпохой) было принято 22 сентября 1792 года – первый день французской республики, совпавший с днем осеннего равноденствия в этот год. Счет лет «от рождения Христова» и начало года с 1 января были отменены. Введен в действие новый календарь был с 24 ноября 1793 года. Он состоял из 12 месяцев по 30 дней. Пять дней (или 6 дней в високосные годы) добавлялись к концу года, чтобы привести его в соответствие с солнечным годом. Названия месяцев, придуманные Фабром д'Эглантенем, были составлены с использованием французских, латинских и греческих корней и по смыслу привязаны к явлениям природы. Месяцы одного времени года имели одинаковые окончания. А именно:

Осень (окончания месяцев на *-aire*).

Вандемьер (Vendémiaire) – с 22 сентября по 21 октября, месяц виноделия;

Брюмер (Brumaire) – с 22 октября по 20 ноября, месяц туманов;

Фример (Frimaire) – с 21 ноября по 20 декабря, месяц заморозков;

Зима (окончания на *-ose*).

Нивоз (Nivose) – с 21 декабря по 19 января, месяц снегов;

Плювиоз (Pluviose) – с 20 января по 18 февраля, месяц дождей;

Вантоз (Ventose) – с 19 февраля по 20 марта, месяц ветров;

Весна (окончания на *-al*).

Жерминаль (Germinal) – с 21 марта по 19 апреля, месяц прорастания семян;

Флореаль (Floreale) – с 20 апреля по 19 мая, месяц цветения;

Периаль (Prairial) – с 20 мая по 18 июня, месяц лугов, пастбищ;

Лето (окончания на *-idor*).

Мессидор (Messidor) – с 19 июня по 18 июля, месяц жатвы;

Термидор (Thermidor) – с 19 июля по 17 августа, месяц жары;

Фруктидор (Fructidor) – с 18 августа по 16 сентября, месяц фруктов.

Пять дней, прибавляемых в сентябре, считались выходными. Их называли санкюлотидами (Sans-Culottides). Во времена французской буржуазной революции санкюлотами называли представителей революционно настроенных масс. Выражение это происходит от слова «кюлот» – короткие, до колен, бархатные брюки, которые носили дворяне и буржуазия. Бедноту, носившую длинные брюки из грубой ткани, аристократы презрительно называли «санкюлотами» (sans – без). Потом так стали называть патриотов и революционеров.

Санкюлотиды:

17 сентября – День Доблести (La Fete de la Virtue), в этот день прославлялись проявления личного мужества и отваги;

18 сентября – День Таланта (La Fete du Genie), восхвалялись победы человеческого разума: открытия и изобретения, сделанные за год в науках, искусстве и ремеслах;

19 сентября – День Труда (La Fete du Travail), посвящался героям труда;

20 сентября – День Мнений (La Fete de l'Opinion), все граждане имели право критиковать должностных лиц, если те не оправдали оказанного им доверия;

21 сентября – День Наград (La Fete des Recompenses), в этот день проходили церемонии общественного признания и благодарности тем, кто был отмечен в первые три дня.

Шестой день, прибавляемый в високосный год в канун дня осеннего равноденствия, назывался Днем Революции (La Fete de Revolution).

Куплеты о месяцах нового календаря, сочиненные гражданином Дюкруази, распевал народ:

... Нас Фабр живет реформой той, мы блещем юной красотой,
Примерный ученик Мольера соткал из нас златой узор,
В нем блещет радость Вандемьера, сверкает гордый Фруктидор.
Как ласков нежный Жерминаль! Как пышен ясный Флореаль!
Чудесная метаморфоза нам ловко прозвища дала,
И Плювиоз, и дни Нивоза она удачно нарекла.

Месяц был разбит на 3 декады по 10 дней, десятый день считался днем отдыха. Такое разделение соответствовало общему стремлению научных идеологов революции переходить на десятичные единицы отсчета. Дни в декаде имели простые названия: Primidi, Duodi, Tridi, Quartidi, Quintidi, Sextidi, Septidi, Oxtidi, Nonidi, Decadi.

Свое название получил и каждый день года. Дни года носили названия животных (дни декады, оканчивающиеся на 5), орудий труда (оканчивающиеся на 0), растений и минералов (остальные дни). Родителям рекомендовалось давать родившимся детям имя, которым назывался день рождения (как прежде называли именами календарных святых). Однако эта тенденция не получила широкого распространения. Хотя, если название дня было благозвучным, то детям давали его имя. Известный французский композитор Фроменталь Галеви (Fromental Halevy), учитель композитора Жоржа Бизе, родился в мае 1799 года (8-го года революции) и был назван по дню революционного календаря (Фроменталь – дикий овес).

Новый год начинался в день осеннего равноденствия на долготе Парижа, и это должен был быть первый день месяца вандемьер. Чтобы выполнялось такое условие, астрономам Парижской обсерватории надо было тщательно посчитать, какие годы должны быть високосными, так как обычный 4-х летний период високосов здесь не подходил. Високосными стали третий, седьмой и 11-й годы Революции, они назывались секстиями, так как содержали 6

добавочных дней – санкюлотид. День Нового года приходился на 22 сентября (по григорианскому календарю) в годы 1, 2, 3, 5 и 7 революционного календаря, на 23 сентября в годы 4, 8, 9, 10, 11, 13 и 14, и на 24 сентября в 12-й год. Астрономы столкнулись с трудностями при вычислении нового года для далекого будущего: так момент осеннего равноденствия для 144 года почти совпадал с полночью, и было непонятно, к какому из двух дней отнести начало нового года. Однако эта проблема вскоре потеряла актуальность, поскольку республиканский календарь просуществовал лишь 13 лет.

В ознаменование введения нового календаря была выпущена красивая медаль. На лицевой стороне медали были надписи «Республика единая и неделимая» и «Французская нация». На оборотной стороне изображено Солнце, созвездия Весов, Скорпиона и Стрельца, и надпись: «Начало французской эры с осеннего равноденствия 22 сентября 1792 года в 9 часов 18 минут 30 секунд утра по парижскому времени». Был также устроен праздник с торжественным шествием, красочно описанный во многих воспоминаниях и материалах того времени. А создатель календаря Шарль Жильбер Ромм (1750-1795) не избежал печальной участи многих деятелей Великой (и ужасной) Французской революции. По свидетельству одного из историков: «Осужденный за то, что стоял на стороне голодного народа, он избежал казни, проткнув себе сердце карманным ножом».

В разных областях жизни в 19-м, 20-м веках и в наше время можно встретить отголоски французской революции и республиканского календаря. Например:

- известный памфлет Карла Маркса «18 Брюмера Луи Бонапарта» (1852 г.) назван в связи с тем, что многие историки считают эту дату концом Французской революции (18 Брюмера 8-го года соответствует 9 ноября 1799 г);

- слово «термидор» в наше время приобрело самостоятельное значение: контрреволюционный переворот. Знаменитая дата 9 Термидора 2-го года (27 июля 1794 года) – день, когда Конвент выступил против Робеспьера, и Робеспьер был казнен. Термином «термидорианец» называют революционеров, которые подрывают революцию изнутри и поворачивают события против ее истинных целей. Например, Троцкий и его последователи так называли Сталина;

- Эмиль Золя написал роман «Жерминаль», взяв название из календаря;

- все французские фрегаты класса «Флореаль» носят имена месяцев календаря;

- курьез, но есть даже блюдо из морепродуктов «Лобстер термидор»!

И еще. Знаменитый французский университет Эколь Нормаль (L'Ecole Normal Supérieure) был создан решением Конвента от 9 Брюмера 3-го года – 30 октября 1794 года. Эту дату можно видеть при входе в учебное заведение.

Французы пользовались республиканским календарем до 31 декабря 1805 года. После этого они, согласно указу первого консула Наполеона Бонапарта, с 1 января 1806 года вернулись к григорианскому календарю. Республиканский календарь был временно восстановлен во время Парижской Коммуны весной 1871 года.

ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА, ЛУНЫ И СУМЕРЕК

Эфемериды Солнца

Эфемериды Солнца и Луны составлены по месяцам и приводятся для 0ч всемирного времени каждой даты месяца (стр. 14–36). В первом столбце эфемерид Солнца приведены календарные даты, а во втором – юлианские дни (J.D.), соответствующие этим календарным датам. Началом очередного юлианского дня считается средний гринвичский полдень ($T_0 = 12ч$).

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

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

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

Эфемериды Луны

В ежемесячных эфемеридах Луны (стр. 15–37) приведены сведения, аналогичные сведениям о Солнце, а в последнем столбце – фаза Луны, выраженная в долях диаметра лунного диска. При новолунии фаза равна 0.00, при полнолунии – 1.00. Фазы 0.50 относятся к первой и последней четверти Луны.

Отдельно даются астрономические азимуты A_z точек восхода Луны и азимуты A_z точек ее захода для Одессы.

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

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

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

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

где φ – географическая широта места наблюдения, p_0 – горизонтальный экваториальный параллакс Луны, который можно найти из формулы

$$\sin p_0 = 3.67 \sin \frac{d}{2},$$

t – часового 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.

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

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

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

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

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

СОЛНЦЕ. Январь 2011.

Дата J.D. 2455	Для Одессы				В 0ч всемирного времени							
	t_v ч м	t_k ч м	t_s ч м	A °	α ч м с	δ ° ' "	η м с	S_o ч м с	d '			
1	562.5	7 41	12 0	16 20	56	18 44 23.5	-23 02 44	+3 12	6 41 12	32.5		
2	563.5	7 41	12 1	16 21	57	18 48 48.5	-22 57 49	+3 40	6 45 08	32.5		
3	564.5	7 41	12 1	16 22	57	18 53 13.1	-22 52 27	+4 08	6 49 05	32.5		
4	565.5	7 41	12 2	16 23	57	18 57 37.4	-22 46 37	+4 36	6 53 01	32.5		
5	566.5	7 41	12 2	16 24	57	19 02 01.3	-22 40 20	+5 03	6 56 58	32.5		
6	567.5	7 40	12 3	16 25	57	19 06 24.8	-22 33 36	+5 30	7 00 55	32.5		
7	568.5	7 40	12 3	16 26	57	19 10 47.9	-22 26 26	+5 57	7 04 51	32.5		
8	569.5	7 40	12 3	16 27	58	19 15 10.4	-22 18 49	+6 23	7 08 48	32.5		
9	570.5	7 40	12 4	16 28	58	19 19 32.4	-22 10 45	+6 48	7 12 44	32.5		
10	571.5	7 39	12 4	16 29	58	19 23 53.9	-22 02 16	+7 13	7 16 41	32.5		
11	572.5	7 39	12 5	16 30	58	19 28 14.8	-21 53 21	+7 38	7 20 37	32.5		
12	573.5	7 38	12 5	16 32	59	19 32 35.1	-21 44 00	+8 01	7 24 34	32.5		
13	574.5	7 38	12 5	16 33	59	19 36 54.8	-21 34 14	+8 24	7 28 30	32.5		
14	575.5	7 37	12 6	16 34	59	19 41 13.9	-21 24 03	+8 47	7 32 27	32.5		
15	576.5	7 37	12 6	16 36	59	19 45 32.3	-21 13 27	+9 09	7 36 24	32.5		
16	577.5	7 36	12 7	16 37	60	19 49 50.1	-21 02 27	+9 30	7 40 20	32.5		
17	578.5	7 36	12 7	16 38	60	19 54 07.1	-20 51 03	+9 50	7 44 17	32.5		
18	579.5	7 35	12 7	16 39	60	19 58 23.5	-20 39 15	+10 10	7 48 13	32.5		
19	580.5	7 34	12 8	16 41	61	20 02 39.1	-20 27 03	+10 29	7 52 10	32.5		
20	581.5	7 34	12 8	16 42	61	20 06 54.0	-20 14 29	+10 48	7 56 06	32.5		
21	582.5	7 33	12 8	16 44	61	20 11 08.1	-20 01 31	+11 05	8 00 03	32.5		
22	583.5	7 32	12 8	16 45	62	20 15 21.5	-19 48 12	+11 22	8 03 59	32.5		
23	584.5	7 31	12 9	16 46	62	20 19 34.2	-19 34 30	+11 38	8 07 56	32.5		
24	585.5	7 30	12 9	16 48	62	20 23 46.1	-19 20 26	+11 54	8 11 53	32.5		
25	586.5	7 29	12 9	16 49	63	20 27 57.2	-19 06 00	+12 08	8 15 49	32.5		
26	587.5	7 28	12 9	16 51	63	20 32 07.5	-18 51 14	+12 22	8 19 46	32.5		
27	588.5	7 27	12 10	16 52	63	20 36 17.1	-18 36 06	+12 35	8 23 42	32.5		
28	589.5	7 26	12 10	16 54	64	20 40 25.9	-18 20 39	+12 47	8 27 39	32.5		
29	590.5	7 25	12 10	16 55	64	20 44 33.9	-18 04 51	+12 59	8 31 35	32.5		
30	591.5	7 24	12 10	16 57	65	20 48 41.2	-17 48 44	+13 09	8 35 32	32.5		
31	592.5	7 23	12 10	16 58	65	20 52 47.6	-17 32 18	+13 19	8 39 28	32.5		

Планеты: Венера (!) (утром), Юпитер (1 половина), Сатурн (2 половина)

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

3 января 19ч03м – Земля в перигелии.

4 января – частное солнечное затмение, видно в Украине.

Астероиды: Фидес, Психея, Беллона, Талия, Ирис, Ниса, Юлия, Юнона, Массалия, Мельпомена.

С начала года (01.01.2011) Солнце находится в созвездии Стрельца.

20 января в 8 часов Солнце переходит в созвездие Козерога.

ЛУНА. Январь 2011.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_U	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	4 55	9 18	13 37	55	54	15 45 20	-22 50.3	31.5	0.12
2	5 58	10 14	14 30	53	53	16 43 42	-24 07.1	31.3	0.06
3	6 52	11 10	15 30	54	55	17 41 45	-24 00.7	31.0	0.02
4	7 36	12 03	16 36	57	58	18 38 11	-22 35.5	30.7	0.00
5	8 11	12 54	17 43	61	63	19 32 02	-20 01.9	30.4	0.00
6	8 40	13 41	18 50	67	70	20 22 54	-16 34.1	30.2	0.03
7	9 04	14 25	19 55	74	77	21 10 54	-12 27.0	29.9	0.07
8	9 25	15 07	20 59	81	84	21 56 34	-7 54.0	29.7	0.13
9	9 45	15 47	22 01	88	91	22 40 37	-3 07.1	29.6	0.20
10	10 04	16 28	23 03	95	99	23 23 52	+1 44.0	29.5	0.28
11	10 23	17 09	-	102	-	0 07 12	+6 30.5	29.5	0.36
12	10 45	17 52	0 06	108	106	0 51 30	+11 03.8	29.7	0.46
13	11 10	18 37	1 10	115	112	1 37 38	+15 14.8	29.9	0.55
14	11 40	19 25	2 15	120	118	2 26 22	+18 52.6	30.2	0.65
15	12 17	20 18	3 21	124	123	3 18 15	+21 44.5	30.6	0.74
16	13 03	21 13	4 25	126	126	4 13 26	+23 36.1	31.0	0.82
17	14 01	22 11	5 24	126	126	5 11 28	+24 13.2	31.5	0.90
18	15 09	23 10	6 16	123	125	6 11 18	+23 25.1	31.9	0.95
19	16 25	-	7 00	118	120	7 11 30	+21 08.6	32.3	0.99
20	17 45	0 07	7 36	111	114	8 10 46	+17 29.6	32.7	1.00
21	19 06	1 03	8 06	103	106	9 08 19	+12 42.9	32.9	0.98
22	20 26	1 57	8 33	94	98	10 03 59	+7 09.2	32.9	0.94
23	21 45	2 49	8 58	84	89	10 58 13	+1 11.8	32.9	0.87
24	23 03	3 40	9 23	76	80	11 51 43	-4 46.3	32.7	0.78
25	-	4 32	9 50	-	72	12 45 18	-10 23.7	32.4	0.67
26	0 20	5 24	10 19	68	65	13 39 42	-15 21.4	32.1	0.56
27	1 35	6 18	10 54	61	59	14 35 19	-19 23.3	31.8	0.45
28	2 47	7 13	11 35	56	55	15 32 08	-22 16.4	31.5	0.34
29	3 52	8 09	12 25	54	53	16 29 39	-23 52.0	31.2	0.25
30	4 48	9 04	13 22	54	54	17 26 56	-24 06.9	30.9	0.16
31	5 34	9 57	14 25	56	57	18 22 54	-23 04.1	30.6	0.09

4 янв. 11ч 03м - новолуние
12 13ч 31м - перв. четв.
19 23ч 21м - полнолуние
26 14ч 57м - посл. четв.

10 янв. 8ч - апогей
22 2ч - перигей

Луна проходит вблизи
Меркурия 2 янв. 17ч 42м на 4° к югу
Марса 5 2ч 10м на 2° сев.
Нептуна 8 2ч 29м на 5° сев.
Урана 10 17ч 18м на 6° сев.
Юпитера 10 20ч 07м на 7° сев.
Сатурна 25 12ч 51м на 9° югу
Венеры 30 4ч 24м на 4° югу

СОЛНЦЕ. Февраль 2011.

Дата J.D. 2455	Для Одессы				В 0ч всемирного времени									
	t_v	t_k	t_s	A	α	δ	η	S_o	d					
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ' "	м с	ч м с	'					
1	593.5	7 21	12 11	17 0	65	20 56 53.2	-17 15 33	+13 28	8 43 25	32.5				
2	594.5	7 20	12 11	17 1	66	21 00 58.0	-16 58 29	+13 36	8 47 22	32.5				
3	595.5	7 19	12 11	17 3	66	21 05 02.0	-16 41 08	+13 44	8 51 18	32.5				
4	596.5	7 18	12 11	17 4	67	21 09 05.1	-16 23 29	+13 51	8 55 15	32.4				
5	597.5	7 16	12 11	17 6	67	21 13 07.5	-16 05 33	+13 56	8 59 11	32.4				
6	598.5	7 15	12 11	17 7	68	21 17 09.0	-15 47 21	+14 01	9 03 08	32.4				
7	599.5	7 14	12 11	17 9	68	21 21 09.7	-15 28 53	+14 05	9 07 04	32.4				
8	600.5	7 12	12 11	17 10	69	21 25 09.6	-15 10 08	+14 09	9 11 01	32.4				
9	601.5	7 11	12 11	17 12	69	21 29 08.7	-14 51 09	+14 11	9 14 57	32.4				
10	602.5	7 9	12 11	17 13	70	21 33 07.0	-14 31 54	+14 13	9 18 54	32.4				
11	603.5	7 8	12 11	17 15	70	21 37 04.5	-14 12 25	+14 14	9 22 51	32.4				
12	604.5	7 6	12 11	17 16	71	21 41 01.3	-13 52 42	+14 14	9 26 47	32.4				
13	605.5	7 5	12 11	17 18	71	21 44 57.2	-13 32 45	+14 14	9 30 44	32.4				
14	606.5	7 3	12 11	17 19	72	21 48 52.4	-13 12 35	+14 12	9 34 40	32.4				
15	607.5	7 2	12 11	17 21	72	21 52 46.8	-12 52 12	+14 10	9 38 37	32.4				
16	608.5	7 0	12 11	17 22	73	21 56 40.5	-12 31 37	+14 07	9 42 33	32.4				
17	609.5	6 58	12 11	17 24	73	22 00 33.4	-12 10 50	+14 04	9 46 30	32.4				
18	610.5	6 57	12 11	17 25	74	22 04 25.7	-11 49 51	+13 59	9 50 26	32.4				
19	611.5	6 55	12 11	17 27	74	22 08 17.2	-11 28 41	+13 54	9 54 23	32.4				
20	612.5	6 53	12 11	17 28	75	22 12 08.0	-11 07 20	+13 49	9 58 20	32.4				
21	613.5	6 52	12 11	17 30	75	22 15 58.2	-10 45 48	+13 42	10 02 16	32.3				
22	614.5	6 50	12 11	17 31	76	22 19 47.8	-10 24 07	+13 35	10 06 13	32.3				
23	615.5	6 48	12 11	17 33	76	22 23 36.7	-10 02 15	+13 28	10 10 09	32.3				
24	616.5	6 47	12 10	17 34	77	22 27 25.1	-9 40 14	+13 19	10 14 06	32.3				
25	617.5	6 45	12 10	17 36	77	22 31 12.8	-9 18 05	+13 11	10 18 02	32.3				
26	618.5	6 43	12 10	17 37	78	22 35 00.0	-8 55 47	+13 01	10 21 59	32.3				
27	619.5	6 41	12 10	17 39	78	22 38 46.7	-8 33 20	+12 51	10 25 55	32.3				
28	620.5	6 40	12 10	17 40	79	22 42 32.8	-8 10 47	+12 41	10 29 52	32.3				

Планеты: Венера (утром), Юпитер (вечером), Сатурн (!)

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

Астероиды: Психея, Беллона, Талия, Ирис, Ниса, Юлия, Юнона, Массалия, Мельпомена, Парфенопа.

16 февраля в 17 часов Солнце переходит в созвездие Водолея.

ЛУНА. Февраль 2011.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_U	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	6 12	10 48	15 30	59	61	19 16 43	-20 51.9	30.3	0.04
2	6 42	11 36	16 37	65	67	20 07 53	-17 42.3	30.1	0.01
3	7 08	12 21	17 42	71	74	20 56 26	-13 48.7	29.9	0.00
4	7 30	13 03	18 46	78	81	21 42 41	-9 24.4	29.7	0.01
5	7 50	13 44	19 49	85	88	22 27 14	-4 41.8	29.6	0.03
6	8 09	14 25	20 52	92	96	23 10 46	+0 08.4	29.5	0.08
7	8 29	15 06	21 54	99	103	23 54 03	+4 56.3	29.4	0.13
8	8 49	15 47	22 57	106	109	0 37 52	+9 32.9	29.5	0.21
9	9 13	16 31	-	112	-	1 22 59	+13 49.2	29.6	0.29
10	9 40	17 17	0 01	118	115	2 10 08	+17 35.4	29.8	0.38
11	10 13	18 06	1 05	122	121	2 59 52	+20 40.5	30.1	0.47
12	10 54	18 59	2 08	125	124	3 52 31	+22 52.7	30.5	0.57
13	11 44	19 54	3 08	126	126	4 48 00	+23 59.1	30.9	0.67
14	12 46	20 51	4 02	125	126	5 45 45	+23 48.6	31.5	0.76
15	13 57	21 49	4 49	121	123	6 44 46	+22 14.1	32.0	0.85
16	15 14	22 45	5 29	115	118	7 43 54	+19 15.2	32.5	0.92
17	16 35	23 41	6 02	107	111	8 42 18	+14 59.8	32.9	0.97
18	17 57	-	6 32	98	102	9 39 29	+9 43.6	33.2	1.00
19	19 19	0 35	6 59	89	93	10 35 36	+3 48.2	33.4	0.99
20	20 41	1 29	7 25	80	84	11 31 05	-2 21.3	33.3	0.96
21	22 01	2 22	7 51	71	76	12 26 36	-8 19.5	33.1	0.90
22	23 20	3 16	8 21	64	68	13 22 44	-13 42.5	32.8	0.81
23	-	4 12	8 55	-	61	14 19 50	-18 10.2	32.4	0.71
24	0 35	5 08	9 35	58	56	15 17 50	-21 27.3	31.9	0.61
25	1 44	6 04	10 22	55	54	16 16 11	-23 24.4	31.5	0.50
26	2 43	7 00	11 18	54	54	17 14 00	-23 59.0	31.1	0.39
27	3 33	7 54	12 18	55	56	18 10 18	-23 14.6	30.7	0.30
28	4 13	8 45	13 23	58	60	19 04 17	-21 20.0	30.3	0.21

3 фев. 4ч 31м - новолуние
 11 9ч 18м - перв. четв.
 18 10ч 36м - полнолуние
 25 1ч 26м - посл. четв.

Луна проходит вблизи
 Меркурия 1 фев. 21ч 00м на 3° к сев.
 Марса 3 6ч 52м на 4° сев.
 Нептуна 4 11ч 05м на 4° сев.
 Урана 7 2ч 29м на 6° сев.
 Юпитера 7 11ч 17м на 6° сев.
 Сатурна 21 17ч 47м на 9° югу

7 фев. 1ч - апогей
 19 9ч - перигей

СОЛНЦЕ. Март 2011.

Дата J.D.	Для Одессы					В 0ч всемирного времени								
	t_b	t_k	t_s	A		α	δ	η	S_o	d				
	ч м	ч м	ч м	°		ч м с	° ' "	м с	ч м с	'				
2455														
1	621.5	6 38	12 10	17 41	80	22 46 18.3	-7 48 05	+12 30	10 33 49	32.3				
2	622.5	6 36	12 9	17 43	80	22 50 03.4	-7 25 17	+12 18	10 37 45	32.3				
3	623.5	6 34	12 9	17 44	81	22 53 48.0	-7 02 23	+12 06	10 41 42	32.3				
4	624.5	6 32	12 9	17 46	81	22 57 32.1	-6 39 23	+11 54	10 45 38	32.3				
5	625.5	6 30	12 9	17 47	82	23 01 15.7	-6 16 17	+11 41	10 49 35	32.3				
6	626.5	6 28	12 9	17 49	82	23 04 58.9	-5 53 05	+11 28	10 53 31	32.2				
7	627.5	6 27	12 8	17 50	83	23 08 41.7	-5 29 49	+11 14	10 57 28	32.2				
8	628.5	6 25	12 8	17 51	83	23 12 24.1	-5 06 29	+11 00	11 01 24	32.2				
9	629.5	6 23	12 8	17 53	84	23 16 06.0	-4 43 05	+10 45	11 05 21	32.2				
10	630.5	6 21	12 8	17 54	85	23 19 47.6	-4 19 37	+10 30	11 09 18	32.2				
11	631.5	6 19	12 7	17 56	85	23 23 28.9	-3 56 06	+10 15	11 13 14	32.2				
12	632.5	6 17	12 7	17 57	86	23 27 09.8	-3 32 32	+9 59	11 17 11	32.2				
13	633.5	6 15	12 7	17 58	86	23 30 50.3	-3 08 56	+9 43	11 21 07	32.2				
14	634.5	6 13	12 7	18 0	87	23 34 30.6	-2 45 17	+9 27	11 25 04	32.2				
15	635.5	6 11	12 6	18 1	87	23 38 10.6	-2 21 37	+9 10	11 29 00	32.2				
16	636.5	6 9	12 6	18 3	88	23 41 50.3	-1 57 56	+8 54	11 32 57	32.2				
17	637.5	6 7	12 6	18 4	89	23 45 29.8	-1 34 14	+8 36	11 36 53	32.2				
18	638.5	6 5	12 5	18 5	89	23 49 09.1	-1 10 31	+8 19	11 40 50	32.1				
19	639.5	6 3	12 5	18 7	90	23 52 48.2	-0 46 48	+8 02	11 44 47	32.1				
20	640.5	6 1	12 5	18 8	90	23 56 27.1	-0 23 05	+7 44	11 48 43	32.1				
21	641.5	6 0	12 5	18 9	91	0 00 05.8	+0 00 37	+7 26	11 52 40	32.1				
22	642.5	5 58	12 4	18 11	91	0 03 44.5	+0 24 19	+7 08	11 56 36	32.1				
23	643.5	5 56	12 4	18 12	92	0 07 23.0	+0 48 00	+6 50	12 00 33	32.1				
24	644.5	5 54	12 4	18 14	93	0 11 01.5	+1 11 39	+6 32	12 04 29	32.1				
25	645.5	5 52	12 3	18 15	93	0 14 40.0	+1 35 17	+6 14	12 08 26	32.1				
26	646.5	5 50	12 3	18 16	94	0 18 18.4	+1 58 52	+5 56	12 12 22	32.1				
27	647.5	6 48	13 3	19 18	94	0 21 56.8	+2 22 25	+5 38	12 16 19	32.1				
28	648.5	6 46	13 2	19 19	95	0 25 35.2	+2 45 55	+5 20	12 20 16	32.1				
29	649.5	6 44	13 2	19 20	95	0 29 13.7	+3 09 22	+5 02	12 24 12	32.0				
30	650.5	6 42	13 2	19 22	96	0 32 52.2	+3 32 45	+4 44	12 28 09	32.0				
31	651.5	6 40	13 1	19 23	97	0 36 30.8	+3 56 04	+4 26	12 32 05	32.0				

Планеты: Венера (утром), Юпитер (?), Сатурн (!)

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

21 марта 1421м – весеннее равноденствие.

Астероиды: Талия, Ирис, Ниса, Юлия, Юнона, Массалия, Мельпомена, Европа, Парфенопа.

12 марта в 21 час Солнце переходит в созвездие Рыб.

ЛУНА. Март 2011.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	4 45	9 33	14 28	63	65	19 55 37	-18 26.7	30.1	0.13
2	5 12	10 18	15 33	69	72	20 44 19	-14 47.4	29.8	0.07
3	5 35	11 01	16 37	75	79	21 30 45	-10 34.5	29.7	0.03
4	5 56	11 43	17 40	82	86	22 15 29	-5 59.7	29.5	0.01
5	6 16	12 24	18 42	89	93	22 59 11	-1 13.8	29.4	0.00
6	6 35	13 04	19 45	96	100	23 42 32	+3 33.3	29.4	0.01
7	6 56	13 46	20 47	103	107	0 26 14	+8 11.9	29.4	0.04
8	7 18	14 28	21 50	110	113	1 10 59	+12 32.6	29.5	0.09
9	7 44	15 13	22 54	115	119	1 57 24	+16 25.3	29.6	0.15
10	8 14	16 01	23 56	120	123	2 45 57	+19 39.8	29.8	0.22
11	8 51	16 51	-	124	-	3 36 57	+22 05.2	30.1	0.31
12	9 37	17 44	0 56	126	125	4 30 21	+23 30.6	30.4	0.40
13	10 32	18 38	1 51	125	126	5 25 47	+23 46.3	30.8	0.50
14	11 36	19 33	2 40	123	124	6 22 33	+22 45.3	31.3	0.61
15	12 48	20 29	3 21	118	120	7 19 50	+20 25.4	31.8	0.71
16	14 05	21 23	3 57	111	114	8 16 54	+16 49.6	32.4	0.81
17	15 25	22 17	4 28	103	107	9 13 23	+12 07.7	32.8	0.89
18	16 46	23 11	4 56	94	98	10 09 19	+6 35.2	33.2	0.95
19	18 09	-	5 22	85	89	11 05 05	+0 33.0	33.5	0.99
20	19 31	0 05	5 49	75	80	12 01 17	-5 34.4	33.5	1.00
21	20 54	1 01	6 18	67	72	12 58 30	-11 20.4	33.4	0.97
22	22 14	1 57	6 51	61	64	13 57 04	-16 19.7	33.1	0.92
23	23 28	2 55	7 30	56	59	14 56 53	-20 11.0	32.7	0.85
24	-	3 54	8 17	-	55	15 57 17	-22 39.9	32.2	0.76
25	0 33	4 52	9 11	54	54	16 57 10	-23 41.2	31.6	0.66
26	1 28	5 48	10 11	55	55	17 55 20	-23 17.8	31.1	0.55
27	2 13	7 41	12 16	57	59	18 50 50	-21 39.6	30.7	0.45
28	3 47	8 31	13 21	62	64	19 43 16	-18 59.6	30.3	0.35
29	4 16	9 17	14 26	67	70	20 32 42	-15 31.6	30.0	0.26
30	4 40	10 00	15 30	74	76	21 19 34	-11 28.5	29.7	0.18
31	5 01	10 42	16 33	80	83	22 04 31	-7 01.7	29.5	0.11

4 мар. 22ч 46м - новолуние
13 1ч 45м - перв. четв.
19 20ч 10м - полнолуние
26 14ч 07м - посл. четв.

6 мар. 10ч - апогей
19 21ч - перигей

Луна проходит вблизи
Венеры 1 мар. 4ч 15м на 1° к сев.
Нептуна 3 21ч 00м на 5° сев.
Марса 4 15ч 42м на 6° сев.
Меркурия 5 22ч 08м на 6° сев.
Юпитера 7 5ч 46м на 6° сев.

СОЛНЦЕ. Апрель 2011.

Дата J.D.	Для Одессы				В 0ч всемирного времени											
	t_v	t_k	t_s	A	α			δ			η		S_o			d
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ' "	м с	ч м с	ч м с	'						
2455																
1	652.5	6 38	13 1	19 24	97	0 40 09.5	+4 19 19	+4 08	12 36 02	32.0						
2	653.5	6 36	13 1	19 26	98	0 43 48.3	+4 42 30	+3 50	12 39 58	32.0						
3	654.5	6 34	13 1	19 27	98	0 47 27.2	+5 05 35	+3 32	12 43 55	32.0						
4	655.5	6 32	13 0	19 28	99	0 51 06.2	+5 28 34	+3 15	12 47 51	32.0						
5	656.5	6 30	13 0	19 30	99	0 54 45.4	+5 51 28	+2 57	12 51 48	32.0						
6	657.5	6 28	13 0	19 31	100	0 58 24.8	+6 14 16	+2 40	12 55 45	32.0						
7	658.5	6 26	12 59	19 33	101	1 02 04.3	+6 36 57	+2 23	12 59 41	32.0						
8	659.5	6 24	12 59	19 34	101	1 05 44.1	+6 59 32	+2 06	13 03 38	32.0						
9	660.5	6 23	12 59	19 35	102	1 09 24.1	+7 21 59	+1 50	13 07 34	31.9						
10	661.5	6 21	12 59	19 37	102	1 13 04.3	+7 44 19	+1 34	13 11 31	31.9						
11	662.5	6 19	12 58	19 38	103	1 16 44.7	+8 06 30	+1 17	13 15 27	31.9						
12	663.5	6 17	12 58	19 39	103	1 20 25.4	+8 28 34	+1 02	13 19 24	31.9						
13	664.5	6 15	12 58	19 41	104	1 24 06.4	+8 50 29	+0 46	13 23 20	31.9						
14	665.5	6 13	12 58	19 42	104	1 27 47.7	+9 12 15	+0 31	13 27 17	31.9						
15	666.5	6 11	12 57	19 43	105	1 31 29.3	+9 33 51	+0 16	13 31 13	31.9						
16	667.5	6 10	12 57	19 45	105	1 35 11.2	+9 55 18	+0 01	13 35 10	31.9						
17	668.5	6 8	12 57	19 46	106	1 38 53.4	+10 16 35	-0 13	13 39 07	31.9						
18	669.5	6 6	12 57	19 47	106	1 42 36.1	+10 37 42	-0 27	13 43 03	31.9						
19	670.5	6 4	12 56	19 49	107	1 46 19.1	+10 58 39	-0 41	13 47 00	31.9						
20	671.5	6 2	12 56	19 50	107	1 50 02.5	+11 19 24	-0 54	13 50 56	31.8						
21	672.5	6 1	12 56	19 51	108	1 53 46.4	+11 39 59	-1 06	13 54 53	31.8						
22	673.5	5 59	12 56	19 53	109	1 57 30.7	+12 00 22	-1 19	13 58 49	31.8						
23	674.5	5 57	12 56	19 54	109	2 01 15.4	+12 20 34	-1 31	14 02 46	31.8						
24	675.5	5 55	12 55	19 55	110	2 05 00.6	+12 40 33	-1 42	14 06 42	31.8						
25	676.5	5 54	12 55	19 57	110	2 08 46.3	+13 00 20	-1 53	14 10 39	31.8						
26	677.5	5 52	12 55	19 58	111	2 12 32.5	+13 19 54	-2 03	14 14 36	31.8						
27	678.5	5 50	12 55	19 59	111	2 16 19.2	+13 39 15	-2 13	14 18 32	31.8						
28	679.5	5 49	12 55	20 1	111	2 20 06.4	+13 58 22	-2 22	14 22 29	31.8						
29	680.5	5 47	12 55	20 2	112	2 23 54.2	+14 17 16	-2 31	14 26 25	31.8						
30	681.5	5 45	12 54	20 3	112	2 27 42.4	+14 35 56	-2 39	14 30 22	31.8						

Планеты: Венера (утром), Сатурн (!)

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

Астероиды: Талия, Ирис, Ниса, Юнона, Массалия, Мельпомена, Европа, Парфенопа, Гигея.

19 апреля в 10 часов Солнце переходит в созвездие Овна.

ЛУНА. Апрель 2011.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	5 22	11 23	17 35	87	91	22 48 17	-2 21.5	29.4	0.06
2	5 41	12 03	18 37	94	98	23 31 37	+2 22.7	29.4	0.03
3	6 02	12 45	19 39	101	105	0 15 14	+7 01.5	29.4	0.01
4	6 23	13 27	20 42	108	111	0 59 50	+11 25.4	29.5	0.00
5	6 48	14 11	21 46	113	117	1 45 60	+15 24.1	29.6	0.02
6	7 17	14 58	22 48	119	121	2 34 11	+18 47.0	29.7	0.05
7	7 53	15 48	23 49	123	124	3 24 36	+21 23.1	29.9	0.10
8	8 35	16 39	-	125	-	4 17 10	+23 01.8	30.1	0.17
9	9 26	17 32	0 45	125	125	5 11 29	+23 34.1	30.5	0.25
10	10 26	18 26	1 35	124	124	6 06 51	+22 54.1	30.8	0.34
11	11 33	19 19	2 17	120	121	7 02 30	+20 59.9	31.2	0.45
12	12 45	20 12	2 54	114	116	7 57 51	+17 54.3	31.7	0.56
13	14 01	21 04	3 26	107	110	8 52 34	+13 44.7	32.1	0.66
14	15 18	21 56	3 54	98	102	9 46 48	+8 42.4	32.6	0.77
15	16 38	22 49	4 20	89	94	10 40 58	+3 03.0	33.0	0.86
16	17 59	23 42	4 46	80	85	11 35 45	-2 53.9	33.2	0.93
17	19 21	-	5 14	72	76	12 31 53	-8 45.4	33.4	0.98
18	20 44	0 38	5 45	64	68	13 29 55	-14 05.8	33.3	1.00
19	22 03	1 37	6 22	58	62	14 29 60	-18 30.0	33.1	0.99
20	23 15	2 37	7 06	55	57	15 31 37	-21 37.3	32.7	0.95
21	-	3 37	7 58	-	55	16 33 35	-23 15.1	32.3	0.89
22	0 16	4 36	8 58	55	55	17 34 21	-23 21.8	31.8	0.80
23	1 05	5 32	10 03	56	58	18 32 32	-22 05.3	31.2	0.71
24	1 45	6 24	11 10	60	62	19 27 20	-19 39.8	30.8	0.61
25	2 17	7 13	12 17	66	68	20 18 36	-16 21.3	30.3	0.51
26	2 43	7 58	13 21	72	74	21 06 46	-12 24.7	30.0	0.41
27	3 06	8 41	14 25	78	81	21 52 30	-8 02.7	29.7	0.32
28	3 27	9 22	15 27	85	88	22 36 39	-3 26.1	29.5	0.24
29	3 46	10 02	16 29	92	96	23 20 04	+1 15.9	29.5	0.16
30	4 07	10 43	17 31	99	102	0 03 34	+5 54.6	29.4	0.10

3 апр. 17ч 32м - новолуние
 11 15ч 05м - перв. четв.
 18 5ч 44м - полнолуние
 25 5ч 47м - посл. четв.

2 апр. 12ч - апогей
 17 9ч - перигей
 29 21ч - апогей

Луна проходит вблизи

Марса 2 апр. 21ч 17м на 6° к сев.
 Урана 2 22ч 24м на 6° сев.
 Юпитера 4 2ч 33м на 5° сев.
 Меркурия 4 14ч 19м на 1° сев.
 Сатурна 17 11ч 25м на 9° югу
 Нептуна 27 14ч 26м на 5° сев.

СОЛНЦЕ. Май 2011.

Дата J.D. 2455	Для Одессы				В 0ч всемирного времени								
	t_v ч м	t_k ч м	t_s ч м	A °	α ч м с	δ ° ' "	η м с	S_o ч м с	d '				
1	682.5	5 44	12 54	20 5 113	2 31 31.2	+14 54 21	-2 47	14 34 18	31.8				
2	683.5	5 42	12 54	20 6 113	2 35 20.6	+15 12 31	-2 54	14 38 15	31.7				
3	684.5	5 41	12 54	20 7 114	2 39 10.4	+15 30 26	-3 01	14 42 11	31.7				
4	685.5	5 39	12 54	20 9 114	2 43 00.9	+15 48 06	-3 07	14 46 08	31.7				
5	686.5	5 38	12 54	20 10 115	2 46 51.9	+16 05 30	-3 13	14 50 05	31.7				
6	687.5	5 36	12 54	20 11 115	2 50 43.4	+16 22 39	-3 18	14 54 01	31.7				
7	688.5	5 35	12 54	20 13 116	2 54 35.5	+16 39 30	-3 22	14 57 58	31.7				
8	689.5	5 33	12 54	20 14 116	2 58 28.1	+16 56 05	-3 26	15 01 54	31.7				
9	690.5	5 32	12 54	20 15 116	3 02 21.3	+17 12 23	-3 29	15 05 51	31.7				
10	691.5	5 31	12 54	20 16 117	3 06 15.1	+17 28 24	-3 32	15 09 47	31.7				
11	692.5	5 29	12 53	20 18 117	3 10 09.4	+17 44 07	-3 35	15 13 44	31.7				
12	693.5	5 28	12 53	20 19 118	3 14 04.2	+17 59 32	-3 36	15 17 40	31.7				
13	694.5	5 27	12 53	20 20 118	3 17 59.6	+18 14 39	-3 37	15 21 37	31.7				
14	695.5	5 25	12 53	20 21 118	3 21 55.6	+18 29 27	-3 38	15 25 34	31.7				
15	696.5	5 24	12 53	20 23 119	3 25 52.1	+18 43 57	-3 38	15 29 30	31.6				
16	697.5	5 23	12 53	20 24 119	3 29 49.1	+18 58 08	-3 38	15 33 27	31.6				
17	698.5	5 22	12 53	20 25 120	3 33 46.7	+19 11 59	-3 37	15 37 23	31.6				
18	699.5	5 21	12 53	20 26 120	3 37 44.9	+19 25 31	-3 35	15 41 20	31.6				
19	700.5	5 20	12 54	20 27 120	3 41 43.6	+19 38 43	-3 33	15 45 16	31.6				
20	701.5	5 19	12 54	20 29 121	3 45 42.9	+19 51 36	-3 30	15 49 13	31.6				
21	702.5	5 17	12 54	20 30 121	3 49 42.8	+20 04 08	-3 27	15 53 09	31.6				
22	703.5	5 16	12 54	20 31 121	3 53 43.2	+20 16 19	-3 23	15 57 06	31.6				
23	704.5	5 15	12 54	20 32 122	3 57 44.1	+20 28 10	-3 18	16 01 03	31.6				
24	705.5	5 15	12 54	20 33 122	4 01 45.6	+20 39 40	-3 14	16 04 59	31.6				
25	706.5	5 14	12 54	20 34 122	4 05 47.6	+20 50 48	-3 08	16 08 56	31.6				
26	707.5	5 13	12 54	20 35 122	4 09 50.1	+21 01 35	-3 02	16 12 52	31.6				
27	708.5	5 12	12 54	20 36 123	4 13 53.1	+21 12 00	-2 56	16 16 49	31.6				
28	709.5	5 11	12 54	20 37 123	4 17 56.7	+21 22 03	-2 49	16 20 45	31.6				
29	710.5	5 10	12 54	20 38 123	4 22 00.7	+21 31 44	-2 41	16 24 42	31.6				
30	711.5	5 10	12 55	20 39 124	4 26 05.1	+21 41 02	-2 33	16 28 38	31.6				
31	712.5	5 9	12 55	20 40 124	4 30 10.1	+21 49 58	-2 25	16 32 35	31.6				

Планеты: Марс (утром), Юпитер (утром), Сатурн (!)

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

Астероиды: Ирис, Ниса, Юнона, Массалия, Парфенопа, Гигея, Паллада.

14 мая в 19 часов Солнце переходит в созвездие Тельца.

ЛУНА. Май 2011.

Дата	Для Одессы						В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3		α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °		ч м с	° '	'	
1	4 28	11 25	18 34	105	109		0 47 56	+10 21.1	29.5	0.05
2	4 52	12 09	19 37	112	115		1 33 49	+14 25.6	29.6	0.02
3	5 20	12 55	20 40	117	120		2 21 45	+17 57.5	29.7	0.00
4	5 54	13 44	21 42	121	123		3 12 00	+20 45.2	29.9	0.01
5	6 34	14 36	22 40	124	125		4 04 31	+22 37.4	30.1	0.03
6	7 23	15 28	23 32	125	125		4 58 49	+23 24.3	30.4	0.07
7	8 21	16 22	-	124	-		5 54 07	+22 59.7	30.7	0.13
8	9 25	17 15	0 17	121	122		6 49 32	+21 21.7	31.0	0.21
9	10 35	18 07	0 55	116	118		7 44 20	+18 33.9	31.3	0.30
10	11 47	18 58	1 27	109	112		8 38 09	+14 43.9	31.6	0.41
11	13 02	19 48	1 55	101	105		9 31 02	+10 02.9	32.0	0.52
12	14 18	20 38	2 21	93	97		10 23 27	+4 44.3	32.3	0.63
13	15 35	21 30	2 46	84	89		11 16 09	-0 55.7	32.6	0.74
14	16 54	22 23	3 12	75	80		12 09 58	-6 38.6	32.9	0.83
15	18 15	23 19	3 41	67	72		13 05 42	-12 03.1	33.0	0.91
16	19 35	-	4 14	61	65		14 03 52	-16 45.9	33.0	0.97
17	20 52	0 17	4 54	56	59		15 04 26	-20 24.2	32.8	1.00
18	21 58	1 18	5 42	55	55		16 06 33	-22 40.0	32.6	1.00
19	22 54	2 19	6 40	55	55		17 08 43	-23 24.0	32.2	0.97
20	23 39	3 18	7 44	59	56		18 09 12	-22 38.2	31.7	0.92
21	-	4 13	8 52	-	60		19 06 40	-20 34.2	31.3	0.85
22	0 15	5 04	10 01	63	66		20 00 28	-17 28.5	30.8	0.77
23	0 44	5 52	11 08	69	72		20 50 43	-13 38.3	30.4	0.67
24	1 09	6 36	12 13	76	79		21 37 60	-9 19.0	30.0	0.58
25	1 30	7 18	13 16	83	86		22 23 07	-4 43.0	29.8	0.48
26	1 51	7 59	14 19	90	93		23 07 00	-0 00.5	29.6	0.39
27	2 11	8 40	15 20	96	100		23 50 33	+4 40.0	29.5	0.30
28	2 32	9 22	16 23	103	107		0 34 37	+9 10.0	29.5	0.21
29	2 55	10 05	17 26	109	113		1 20 01	+13 20.7	29.6	0.14
30	3 21	10 50	18 30	115	118		2 07 23	+17 02.2	29.8	0.08
31	3 53	11 39	19 33	120	122		2 57 10	+20 03.3	30.0	0.04
3 мая 9ч 51м - новолуние										
10 23ч 33м - перв. четв.										
17 14ч 9м - полнолуние										
24 21ч 52м - посл. четв.										
15 мая 14ч - перигей										
27 13ч - апогей										
Луна проходит вблизи										
Венеры 1 мая 1ч 15м на 6° к сев.										
Меркурия 1 8ч 39м на 7° сев.										
Юпитера 1 22ч 42м на 5° сев.										
Марса 1 22ч 59м на 5° сев.										
Сатурна 14 17ч 06м на 9° югу										
Нептуна 24 20ч 41м на 5° сев.										
Урана 27 17ч 30м на 9° сев.										

СОЛНЦЕ. Июнь 2011.

Дата J.D. 2455	Для Одессы				В 0ч всемирного времени								
	t_v	t_k	t_s	A	α	δ	η	S_o	d				
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ' "	м с	ч м с	'				
1	713.5	5 8	12 55	20 41	124	4 34 15.4	+21 58 31	-2 16	16 36 32	31.5			
2	714.5	5 8	12 55	20 42	124	4 38 21.2	+22 06 42	-2 07	16 40 28	31.5			
3	715.5	5 7	12 55	20 43	124	4 42 27.3	+22 14 29	-1 57	16 44 25	31.5			
4	716.5	5 7	12 55	20 44	125	4 46 33.8	+22 21 52	-1 47	16 48 21	31.5			
5	717.5	5 6	12 55	20 45	125	4 50 40.7	+22 28 52	-1 37	16 52 18	31.5			
6	718.5	5 6	12 56	20 45	125	4 54 47.9	+22 35 29	-1 26	16 56 14	31.5			
7	719.5	5 5	12 56	20 46	125	4 58 55.4	+22 41 42	-1 16	17 00 11	31.5			
8	720.5	5 5	12 56	20 47	125	5 03 03.1	+22 47 31	-1 04	17 04 07	31.5			
9	721.5	5 5	12 56	20 48	125	5 07 11.1	+22 52 56	-0 53	17 08 04	31.5			
10	722.5	5 4	12 56	20 48	126	5 11 19.4	+22 57 56	-0 41	17 12 01	31.5			
11	723.5	5 4	12 57	20 49	126	5 15 27.8	+23 02 33	-0 29	17 15 57	31.5			
12	724.5	5 4	12 57	20 50	126	5 19 36.5	+23 06 45	-0 17	17 19 54	31.5			
13	725.5	5 4	12 57	20 50	126	5 23 45.3	+23 10 33	-0 05	17 23 50	31.5			
14	726.5	5 4	12 57	20 51	126	5 27 54.3	+23 13 56	+0 08	17 27 47	31.5			
15	727.5	5 4	12 57	20 51	126	5 32 03.5	+23 16 55	+0 20	17 31 43	31.5			
16	728.5	5 4	12 58	20 52	126	5 36 12.7	+23 19 29	+0 33	17 35 40	31.5			
17	729.5	5 4	12 58	20 52	126	5 40 22.1	+23 21 38	+0 46	17 39 36	31.5			
18	730.5	5 4	12 58	20 52	126	5 44 31.5	+23 23 23	+0 58	17 43 33	31.5			
19	731.5	5 4	12 58	20 53	126	5 48 41.0	+23 24 43	+1 11	17 47 30	31.5			
20	732.5	5 4	12 58	20 53	126	5 52 50.6	+23 25 38	+1 24	17 51 26	31.5			
21	733.5	5 4	12 59	20 53	126	5 57 00.2	+23 26 08	+1 37	17 55 23	31.5			
22	734.5	5 4	12 59	20 54	126	6 01 09.7	+23 26 14	+1 50	17 59 19	31.5			
23	735.5	5 5	12 59	20 54	126	6 05 19.3	+23 25 55	+2 03	18 03 16	31.5			
24	736.5	5 5	12 59	20 54	126	6 09 28.8	+23 25 10	+2 16	18 07 12	31.5			
25	737.5	5 5	13 0	20 54	126	6 13 38.2	+23 24 01	+2 29	18 11 09	31.5			
26	738.5	5 5	13 0	20 54	126	6 17 47.6	+23 22 28	+2 42	18 15 05	31.5			
27	739.5	5 6	13 0	20 54	126	6 21 56.8	+23 20 29	+2 55	18 19 02	31.5			
28	740.5	5 6	13 0	20 54	126	6 26 05.9	+23 18 06	+3 07	18 22 59	31.5			
29	741.5	5 7	13 0	20 54	126	6 30 14.8	+23 15 19	+3 20	18 26 55	31.5			
30	742.5	5 7	13 1	20 54	126	6 34 23.6	+23 12 07	+3 32	18 30 52	31.5			

Планеты: Марс (утром), Юпитер (утром), Сатурн (1 половина)

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

1-2 июня – частное солнечное затмение, в Украине не видно.

21 июня 20ч15м – летнее солнцестояние.

15-16 июня – полное теневое лунное затмение, видно в Украине.

Астероиды: Юнона, Гигея, Ариадна, Лютетия, Паллада.

22 июня в 5 часов Солнце переходит в созвездие Близнецов.

ЛУНА. Июнь 2011.

Дата	Для Одессы						В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_U		α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °		ч м с	° '	'	
1	4 31	12 30	20 33	123	125		3 49 28	+22 12.0	30.2	0.01
2	5 18	13 23	21 27	125	125		4 43 56	+23 17.2	30.5	0.00
3	6 14	14 17	22 15	125	123		5 39 47	+23 10.6	30.8	0.01
4	7 17	15 11	22 56	122	119		6 36 00	+21 48.8	31.0	0.05
5	8 26	16 04	23 30	117	114		7 31 37	+19 14.5	31.3	0.10
6	9 38	16 55	23 59	111	107		8 26 00	+15 36.0	31.6	0.18
7	10 52	17 45	-	104	-		9 19 02	+11 05.2	31.8	0.27
8	12 06	18 35	0 26	95	99		10 11 03	+5 56.7	32.0	0.38
9	13 22	19 24	0 50	87	91		11 02 42	+0 26.3	32.2	0.49
10	14 38	20 15	1 15	78	83		11 54 52	-5 09.1	32.4	0.61
11	15 55	21 08	1 42	70	75		12 48 25	-10 31.2	32.5	0.72
12	17 13	22 04	2 12	63	67		13 44 06	-15 20.2	32.5	0.81
13	18 29	23 02	2 48	58	61		14 42 15	-19 15.8	32.5	0.90
14	19 39	-	3 31	55	57		15 42 35	-21 59.3	32.4	0.96
15	20 40	0 02	4 23	55	55		16 44 02	-23 17.6	32.2	0.99
16	21 31	1 02	5 25	57	55		17 45 01	-23 06.3	31.9	1.00
17	22 11	1 59	6 32	61	58		18 43 58	-21 31.2	31.5	0.98
18	22 43	2 53	7 41	67	63		19 39 46	-18 45.9	31.1	0.94
19	23 10	3 43	8 50	73	69		20 32 05	-15 07.6	30.7	0.89
20	23 33	4 29	9 58	80	76		21 21 09	-10 53.4	30.3	0.82
21	23 55	5 13	11 02	87	83		22 07 38	-6 18.0	30.0	0.73
22	-	5 55	12 06	-	90		22 52 23	-1 33.3	29.8	0.64
23	0 15	6 36	13 08	94	97		23 36 17	+3 10.7	29.6	0.55
24	0 35	7 17	14 10	101	104		0 20 14	+7 45.6	29.6	0.45
25	0 57	8 00	15 13	107	111		1 05 05	+12 03.1	29.6	0.36
26	1 22	8 44	16 16	113	116		1 51 36	+15 54.3	29.7	0.27
27	1 52	9 31	17 20	118	121		2 40 23	+19 09.1	29.9	0.19
28	2 27	10 21	18 21	122	124		3 31 45	+21 36.1	30.2	0.12
29	3 10	11 13	19 18	125	125		4 25 40	+23 03.6	30.5	0.06
30	4 03	12 08	20 10	125	124		5 21 33	+23 21.3	30.8	0.02

2 июня 0ч 03м - новолуние
 9 5ч 11м - перв. четв.
 15 23ч 14м - полнолуние
 23 14ч 48м - посл. четв.

Луна проходит вблизи
 Сатурна 11 июня 1ч 32м на 9° к югу
 Урана 23 0ч 11м на 6° сев.
 Марса 28 22ч 10м на 1° сев.
 Венеры 30 9ч 49м на 0.3° югу

12 июня 5ч - перигей
 24 7ч - апогей

СОЛНЦЕ. Июль 2011.

Дата J.D. 2455	Для Одессы				В 0ч всемирного времени									
	t_v	t_k	t_s	A	α	δ	η	S_o	d					
	ч	м	ч	м	ч	м	с	°	'	°	'	°	'	'
1	743.5	5 8	13 1	20 54	126	6 38	32.1	+23 08	30	+3 44	18 34	48	31.5	
2	744.5	5 8	13 1	20 54	126	6 42	40.4	+23 04	29	+3 56	18 38	45	31.5	
3	745.5	5 9	13 1	20 53	126	6 46	48.4	+23 00	04	+4 07	18 42	41	31.5	
4	746.5	5 10	13 1	20 53	126	6 50	56.1	+22 55	15	+4 18	18 46	38	31.5	
5	747.5	5 10	13 2	20 53	125	6 55	03.5	+22 50	02	+4 29	18 50	34	31.5	
6	748.5	5 11	13 2	20 52	125	6 59	10.5	+22 44	25	+4 39	18 54	31	31.5	
7	749.5	5 12	13 2	20 52	125	7 03	17.2	+22 38	25	+4 50	18 58	28	31.5	
8	750.5	5 13	13 2	20 52	125	7 07	23.5	+22 32	01	+4 59	19 02	24	31.5	
9	751.5	5 13	13 2	20 51	125	7 11	29.3	+22 25	14	+5 09	19 06	21	31.5	
10	752.5	5 14	13 2	20 51	125	7 15	34.8	+22 18	03	+5 18	19 10	17	31.5	
11	753.5	5 15	13 2	20 50	124	7 19	39.8	+22 10	30	+5 26	19 14	14	31.5	
12	754.5	5 16	13 3	20 49	124	7 23	44.3	+22 02	34	+5 34	19 18	10	31.5	
13	755.5	5 17	13 3	20 49	124	7 27	48.4	+21 54	15	+5 42	19 22	07	31.5	
14	756.5	5 18	13 3	20 48	124	7 31	52.1	+21 45	33	+5 49	19 26	03	31.5	
15	757.5	5 19	13 3	20 47	123	7 35	55.2	+21 36	30	+5 55	19 30	00	31.5	
16	758.5	5 20	13 3	20 47	123	7 39	57.8	+21 27	04	+6 01	19 33	57	31.5	
17	759.5	5 21	13 3	20 46	123	7 43	59.9	+21 17	16	+6 07	19 37	53	31.5	
18	760.5	5 22	13 3	20 45	123	7 48	01.5	+21 07	07	+6 12	19 41	50	31.5	
19	761.5	5 23	13 3	20 44	122	7 52	02.6	+20 56	36	+6 16	19 45	46	31.5	
20	762.5	5 24	13 3	20 43	122	7 56	03.1	+20 45	45	+6 20	19 49	43	31.5	
21	763.5	5 25	13 3	20 42	122	8 00	03.1	+20 34	31	+6 24	19 53	39	31.5	
22	764.5	5 26	13 4	20 41	121	8 04	02.6	+20 22	58	+6 27	19 57	36	31.5	
23	765.5	5 27	13 4	20 40	121	8 08	01.5	+20 11	03	+6 29	20 01	32	31.5	
24	766.5	5 28	13 4	20 39	121	8 11	59.9	+19 58	48	+6 31	20 05	29	31.5	
25	767.5	5 29	13 4	20 38	120	8 15	57.6	+19 46	14	+6 32	20 09	26	31.5	
26	768.5	5 30	13 4	20 37	120	8 19	54.9	+19 33	19	+6 33	20 13	22	31.5	
27	769.5	5 31	13 4	20 36	120	8 23	51.5	+19 20	05	+6 33	20 17	19	31.5	
28	770.5	5 32	13 4	20 35	119	8 27	47.6	+19 06	32	+6 32	20 21	15	31.5	
29	771.5	5 34	13 4	20 34	119	8 31	43.0	+18 52	39	+6 31	20 25	12	31.5	
30	772.5	5 35	13 4	20 32	119	8 35	37.9	+18 38	28	+6 30	20 29	08	31.5	
31	773.5	5 36	13 4	20 31	118	8 39	32.1	+18 23	59	+6 27	20 33	05	31.5	

Планеты: Марс (2 половина), Юпитер (2 половина), Сатурн (вечером)

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

4 июля 18ч18м – Земля в афелии.

1 июля – частное солнечное затмение, в Украине не видно.

Астероиды: Ариадна, Лютетия, Метис, Паллада, Веста.

21 июля в 10 часов Солнце переходит в созвездие Рака.

ЛУНА. Июль 2011.

Дата	Для Одессы						В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3		α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °		ч м с	° '	'	
1	5 04	13 03	20 54	123	121		6 18 28	+22 22.8	31.2	0.00
2	6 13	13 57	21 31	119	116		7 15 18	+20 07.9	31.5	0.01
3	7 26	14 51	22 02	113	109		8 11 11	+16 42.9	31.8	0.03
4	8 40	15 42	22 30	106	102		9 05 38	+12 19.8	32.0	0.08
5	9 56	16 32	22 56	98	94		9 58 45	+7 14.4	32.2	0.16
6	11 12	17 22	23 21	90	85		10 51 01	+1 44.3	32.3	0.25
7	12 27	18 13	23 46	81	77		11 43 09	-3 52.4	32.3	0.36
8	13 44	19 04	-	73	-		12 36 01	-9 17.2	32.3	0.47
9	15 00	19 58	0 15	66	70		13 30 22	-14 11.7	32.3	0.58
10	16 15	20 54	0 48	60	63		14 26 43	-18 17.8	32.2	0.69
11	17 26	21 52	1 27	56	58		15 25 06	-21 18.8	32.1	0.79
12	18 29	22 50	2 15	55	55		16 24 52	-23 01.5	31.9	0.88
13	19 23	23 47	3 11	56	55		17 24 52	-23 19.2	31.7	0.94
14	20 07	-	4 15	59	57		18 23 41	-22 13.4	31.4	0.98
15	20 42	0 42	5 23	64	61		19 20 07	-19 53.5	31.1	1.00
16	21 11	1 34	6 32	70	66		20 13 31	-16 33.9	30.8	0.99
17	21 36	2 22	7 41	77	73		21 03 51	-12 31.1	30.5	0.97
18	21 58	3 07	8 47	84	80		21 51 30	-8 00.8	30.2	0.92
19	22 19	3 50	9 51	91	87		22 37 10	-3 16.5	29.9	0.86
20	22 40	4 31	10 54	98	94		23 21 37	+1 30.4	29.7	0.79
21	23 01	5 13	11 57	104	101		0 05 41	+6 10.2	29.6	0.70
22	23 25	5 55	12 59	110	108		0 50 12	+10 34.4	29.6	0.62
23	23 52	6 38	14 02	116	114		1 35 54	+14 34.5	29.6	0.52
24	-	7 23	15 05	-	119		2 23 30	+18 01.3	29.8	0.43
25	0 24	8 11	16 07	120	123		3 13 26	+20 45.0	30.0	0.33
26	1 03	9 02	17 05	124	125		4 05 54	+22 34.5	30.3	0.24
27	1 51	9 55	17 59	125	125		5 00 41	+23 19.4	30.7	0.16
28	2 48	10 50	18 47	124	123		5 57 08	+22 51.1	31.1	0.09
29	3 53	11 45	19 27	121	118		6 54 17	+21 05.5	31.5	0.04
30	5 06	12 40	20 02	116	112		7 51 12	+18 04.8	31.9	0.01
31	6 21	13 34	20 32	109	105		8 47 11	+13 57.9	32.2	0.00

1 июля 11ч 54м - новолуние
8 9ч 29м - перв. четв.
15 9ч 40м - полнолуние
23 8ч 02м - посл. четв.
30 21ч 40м - новолуние
7 июля 17ч - перигей
22 2ч - апогей

Луна проходит вблизи
Меркурия 3 июля 4ч 29м на 6° к югу
Сатурна 8 6ч 37м на 9° югу
Нептуна 18 13ч 35м на 5° сев.
Юпитера 24 2ч 21м на 4° сев.
Марса 27 20ч 27м на 1° югу
Венеры 30 15ч 51м на 5° югу

СОЛНЦЕ. Август 2011.

Дата J.D.	Для Одессы							В 0ч всемирного времени											
	t_v	t_k	t_s	A			α	δ	η	S_o	d								
2455	ч	м	ч	м	ч	м	°	ч	м	с	°	'	''	м	с	ч	м	с	'
1	774.5	5 37	13 3	20 30	118			8 43	25.8		+18 09	12		+6 24	20 37	01	31.5		
2	775.5	5 38	13 3	20 28	118			8 47	18.8		+17 54	07		+6 21	20 40	58	31.5		
3	776.5	5 40	13 3	20 27	117			8 51	11.2		+17 38	44		+6 17	20 44	55	31.5		
4	777.5	5 41	13 3	20 26	117			8 55	03.0		+17 23	04		+6 12	20 48	51	31.5		
5	778.5	5 42	13 3	20 24	116			8 58	54.2		+17 07	08		+6 06	20 52	48	31.5		
6	779.5	5 43	13 3	20 23	116			9 02	44.7		+16 50	55		+6 00	20 56	44	31.5		
7	780.5	5 45	13 3	20 21	115			9 06	34.7		+16 34	26		+5 54	21 00	41	31.5		
8	781.5	5 46	13 3	20 20	115			9 10	24.0		+16 17	40		+5 47	21 04	37	31.5		
9	782.5	5 47	13 3	20 18	115			9 14	12.7		+16 00	40		+5 39	21 08	34	31.5		
10	783.5	5 48	13 3	20 17	114			9 18	00.8		+15 43	23		+5 30	21 12	30	31.6		
11	784.5	5 50	13 2	20 15	114			9 21	48.3		+15 25	52		+5 21	21 16	27	31.6		
12	785.5	5 51	13 2	20 14	113			9 25	35.3		+15 08	06		+5 12	21 20	24	31.6		
13	786.5	5 52	13 2	20 12	113			9 29	21.7		+14 50	06		+5 02	21 24	20	31.6		
14	787.5	5 53	13 2	20 11	112			9 33	07.5		+14 31	52		+4 51	21 28	17	31.6		
15	788.5	5 55	13 2	20 9	112			9 36	52.7		+14 13	23		+4 39	21 32	13	31.6		
16	789.5	5 56	13 2	20 7	111			9 40	37.5		+13 54	41		+4 28	21 36	10	31.6		
17	790.5	5 57	13 1	20 6	111			9 44	21.7		+13 35	46		+4 15	21 40	06	31.6		
18	791.5	5 58	13 1	20 4	110			9 48	05.4		+13 16	38		+4 02	21 44	03	31.6		
19	792.5	6 0	13 1	20 2	110			9 51	48.6		+12 57	17		+3 49	21 47	59	31.6		
20	793.5	6 1	13 1	20 0	109			9 55	31.3		+12 37	43		+3 35	21 51	56	31.6		
21	794.5	6 2	13 0	19 59	109			9 59	13.6		+12 17	58		+3 21	21 55	53	31.6		
22	795.5	6 3	13 0	19 57	108			10 02	55.4		+11 58	01		+3 06	21 59	49	31.6		
23	796.5	6 5	13 0	19 55	108			10 06	36.7		+11 37	52		+2 51	22 03	46	31.6		
24	797.5	6 6	13 0	19 53	107			10 10	17.7		+11 17	32		+2 35	22 07	42	31.6		
25	798.5	6 7	12 59	19 52	107			10 13	58.2		+10 57	01		+2 19	22 11	39	31.6		
26	799.5	6 9	12 59	19 50	106			10 17	38.3		+10 36	20		+2 03	22 15	35	31.6		
27	800.5	6 10	12 59	19 48	106			10 21	18.1		+10 15	29		+1 46	22 19	32	31.7		
28	801.5	6 11	12 59	19 46	105			10 24	57.4		+9 54	28		+1 29	22 23	28	31.7		
29	802.5	6 12	12 58	19 44	105			10 28	36.4		+9 33	18		+1 11	22 27	25	31.7		
30	803.5	6 14	12 58	19 42	104			10 32	15.0		+9 11	58		+0 53	22 31	22	31.7		
31	804.5	6 15	12 58	19 40	104			10 35	53.3		+8 50	30		+0 35	22 35	18	31.7		

Планеты: Марс (2 половина), Юпитер (!), Сатурн (вечером)

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

Астероиды: Ариадна, Лютетия, Метис, Паллада, Веста, Церера, Эвтерпа,
Амфитрита, Эвномия.

Кометы: 45P/Хонды-Мркоса-Пайдушаковой (16.VIII – 8.0^m).

11 августа в 8 часов Солнце переходит в созвездие Льва.

ЛУНА. Август 2011.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	7 39	14 26	20 59	101	97	9 42 01	+8 59.5	32.5	0.02
2	8 56	15 17	21 25	93	88	10 35 54	+3 28.0	32.6	0.07
3	10 14	16 09	21 51	84	80	11 29 23	-2 16.1	32.7	0.14
4	11 32	17 01	22 19	76	72	12 23 09	-7 51.9	32.6	0.23
5	12 49	17 54	22 51	68	65	13 17 54	-12 59.1	32.5	0.34
6	14 05	18 50	23 28	62	60	14 14 07	-17 19.1	32.3	0.45
7	15 17	19 46	-	57	-	15 11 53	-20 35.8	32.0	0.56
8	16 22	20 44	0 12	55	56	16 10 46	-22 36.9	31.8	0.67
9	17 18	21 41	1 05	55	55	17 09 53	-23 16.1	31.5	0.77
10	18 04	22 35	2 05	58	56	18 08 02	-22 33.8	31.2	0.85
11	18 42	23 27	3 11	62	59	19 04 12	-20 37.2	31.0	0.92
12	19 13	-	4 19	68	64	19 57 43	-17 38.4	30.7	0.97
13	19 39	0 16	5 27	74	70	20 48 26	-13 51.8	30.4	0.99
14	20 03	1 02	6 33	81	77	21 36 38	-9 32.3	30.2	1.00
15	20 24	1 45	7 38	88	84	22 22 49	-4 53.5	29.9	0.98
16	20 45	2 28	8 42	95	91	23 07 41	-0 07.7	29.7	0.95
17	21 06	3 09	9 44	102	98	23 51 57	+4 34.6	29.6	0.90
18	21 28	3 51	10 47	108	105	0 36 21	+9 03.8	29.5	0.84
19	21 54	4 33	11 49	114	111	1 21 35	+13 11.0	29.5	0.76
20	22 24	5 17	12 51	118	117	2 08 15	+16 47.6	29.6	0.68
21	22 59	6 04	13 53	122	121	2 56 51	+19 44.2	29.7	0.59
22	23 42	6 53	14 52	124	124	3 47 40	+21 51.5	30.0	0.49
23	-	7 44	15 47	-	125	4 40 41	+22 59.7	30.3	0.40
24	0 34	8 37	16 37	125	124	5 35 31	+23 00.5	30.7	0.30
25	1 34	9 31	17 20	123	120	6 31 32	+21 48.0	31.2	0.21
26	2 43	10 26	17 57	119	115	7 27 59	+19 20.9	31.7	0.13
27	3 56	11 20	18 30	113	109	8 24 11	+15 43.3	32.2	0.06
28	5 13	12 13	18 59	105	101	9 19 49	+11 05.5	32.6	0.02
29	6 32	13 06	19 26	97	92	10 14 53	+5 43.2	32.9	0.00
30	7 52	13 59	19 53	88	84	11 09 45	-0 03.5	33.1	0.01
31	9 12	14 52	20 21	79	75	12 04 59	-5 51.8	33.1	0.05

6 авг. 14ч 08м - перв. четв.
13 21ч 57м - полнолуние
22 0ч 54м - посл. четв.
29 6ч 04м - новолуние

3 авг. 0ч - перигей
18 19ч - апогей
30 21ч - перигей

Луна проходит вблизи
Меркурия 1 авг. 14ч 18м на 2° к югу
Сатурна 4 14ч 01м на 8° югу
Нептуна 14 18ч 03м на 5° сев.
Урана 17 15ч 49м на 5° сев.
Юпитера 20 15ч 50м на 4° сев.
Марса 25 17ч 43м на 4° югу
Венеры 29 17ч 59м на 8° югу

СОЛНЦЕ. Сентябрь 2011.

Дата J.D. 2455	Для Одессы				В 0ч всемирного времени							
	t_v	t_k	t_s	A	α	δ	η	S_o	d			
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ' "	м с	ч м с	'			
1	805.5	6 16	12 57	19 39	103	10 39 31.3	+8 28 53	+0 17	22 39 15	31.7		
2	806.5	6 17	12 57	19 37	103	10 43 08.9	+8 07 08	-0 02	22 43 11	31.7		
3	807.5	6 19	12 57	19 35	102	10 46 46.2	+7 45 16	-0 22	22 47 08	31.7		
4	808.5	6 20	12 56	19 33	102	10 50 23.3	+7 23 16	-0 41	22 51 04	31.7		
5	809.5	6 21	12 56	19 31	101	10 54 00.0	+7 01 09	-1 01	22 55 01	31.7		
6	810.5	6 23	12 56	19 29	101	10 57 36.5	+6 38 55	-1 21	22 58 57	31.7		
7	811.5	6 24	12 55	19 27	100	11 01 12.8	+6 16 35	-1 41	23 02 54	31.7		
8	812.5	6 25	12 55	19 25	99	11 04 48.9	+5 54 09	-2 02	23 06 51	31.7		
9	813.5	6 26	12 55	19 23	99	11 08 24.7	+5 31 37	-2 22	23 10 47	31.8		
10	814.5	6 28	12 54	19 21	98	11 12 00.4	+5 08 59	-2 43	23 14 44	31.8		
11	815.5	6 29	12 54	19 19	98	11 15 35.9	+4 46 16	-3 04	23 18 40	31.8		
12	816.5	6 30	12 54	19 17	97	11 19 11.3	+4 23 29	-3 25	23 22 37	31.8		
13	817.5	6 31	12 53	19 15	97	11 22 46.6	+4 00 36	-3 47	23 26 33	31.8		
14	818.5	6 33	12 53	19 13	96	11 26 21.8	+3 37 40	-4 08	23 30 30	31.8		
15	819.5	6 34	12 53	19 11	96	11 29 56.9	+3 14 39	-4 30	23 34 26	31.8		
16	820.5	6 35	12 52	19 9	95	11 33 32.0	+2 51 35	-4 51	23 38 23	31.8		
17	821.5	6 36	12 52	19 7	94	11 37 07.1	+2 28 28	-5 13	23 42 20	31.8		
18	822.5	6 38	12 51	19 5	94	11 40 42.1	+2 05 17	-5 34	23 46 16	31.8		
19	823.5	6 39	12 51	19 3	93	11 44 17.2	+1 42 04	-5 55	23 50 13	31.8		
20	824.5	6 40	12 51	19 1	93	11 47 52.4	+1 18 48	-6 17	23 54 09	31.8		
21	825.5	6 42	12 50	18 59	92	11 51 27.6	+0 55 31	-6 38	23 58 06	31.9		
22	826.5	6 43	12 50	18 57	92	11 55 02.9	+0 32 11	-6 59	0 02 02	31.9		
23	827.5	6 44	12 50	18 55	91	11 58 38.3	+0 08 51	-7 21	0 05 59	31.9		
24	828.5	6 45	12 49	18 53	91	12 02 13.9	-0 14 31	-7 42	0 09 55	31.9		
25	829.5	6 47	12 49	18 51	90	12 05 49.6	-0 37 53	-8 02	0 13 52	31.9		
26	830.5	6 48	12 49	18 49	89	12 09 25.4	-1 01 16	-8 23	0 17 49	31.9		
27	831.5	6 49	12 48	18 47	89	12 13 01.4	-1 24 38	-8 44	0 21 45	31.9		
28	832.5	6 51	12 48	18 45	88	12 16 37.7	-1 48 00	-9 04	0 25 42	31.9		
29	833.5	6 52	12 48	18 43	88	12 20 14.1	-2 11 21	-9 24	0 29 38	31.9		
30	834.5	6 53	12 47	18 41	87	12 23 50.8	-2 34 41	-9 44	0 33 35	31.9		

Планеты: Марс (!), Юпитер (!)

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

23 сентября 12ч04м – осеннее равноденствие.

Астероиды: Метис, Паллада, Веста, Церера, Эгерия, Эвтерпа, Амфитрита, Гармония, Урания, Эвномия.

Кометы: 45P/Хонды-Мркоса-Пайдушаковой (25.IX – 6.2^m).

17 сентября в 8 часов Солнце переходит в созвездие Девы.

ЛУНА. Сентябрь 2011.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	10 32	15 47	20 52	71	68	13 01 07	-11 18.1	33.0	0.12
2	11 51	16 44	21 29	64	62	13 58 34	-16 00.3	32.8	0.21
3	13 06	17 41	22 12	59	57	14 57 22	-19 39.4	32.5	0.31
4	14 14	18 39	23 02	56	55	15 57 00	-22 01.9	32.1	0.42
5	15 14	19 36	-	55	56	16 56 36	-23 01.0	31.7	0.53
6	16 03	20 31	0 00	57	56	17 55 02	-22 37.8	31.3	0.64
7	16 43	21 24	1 04	61	58	18 51 20	-20 59.6	31.0	0.74
8	17 16	22 13	2 10	66	63	19 44 56	-18 18.1	30.6	0.82
9	17 43	22 59	3 17	72	68	20 35 44	-14 47.1	30.4	0.89
10	18 07	23 43	4 23	78	75	21 24 01	-10 40.3	30.1	0.94
11	18 29	-	5 28	85	82	22 10 19	-6 10.7	29.9	0.98
12	18 50	0 25	6 32	92	89	22 55 17	-1 30.1	29.7	1.00
13	19 11	1 07	7 34	98	96	23 39 35	+3 10.8	29.6	0.99
14	19 33	1 48	8 37	105	103	0 23 56	+7 42.1	29.5	0.97
15	19 58	2 31	9 39	111	109	1 08 55	+11 54.3	29.4	0.94
16	20 26	3 14	10 41	117	115	1 55 07	+15 38.2	29.4	0.89
17	20 59	3 59	11 42	121	119	2 42 56	+18 44.8	29.5	0.82
18	21 39	4 47	12 41	123	122	3 32 37	+21 04.9	29.7	0.74
19	22 26	5 36	13 37	124	124	4 24 10	+22 30.0	29.9	0.65
20	23 21	6 27	14 28	123	124	5 17 18	+22 52.6	30.3	0.56
21	-	7 20	15 12	-	122	6 11 35	+22 07.3	30.7	0.46
22	0 24	8 12	15 51	120	118	7 06 24	+20 11.9	31.1	0.36
23	1 33	9 05	16 25	116	112	8 01 18	+17 08.0	31.6	0.26
24	2 47	9 58	16 55	109	105	8 56 00	+13 01.6	32.2	0.17
25	4 03	10 50	17 23	101	97	9 50 34	+8 03.8	32.7	0.09
26	5 22	11 43	17 51	93	88	10 45 19	+2 30.0	33.1	0.03
27	6 43	12 37	18 19	84	80	11 40 48	-3 19.3	33.3	0.01
28	8 05	13 33	18 50	75	72	12 37 35	-9 00.5	33.4	0.01
29	9 27	14 30	19 25	67	65	13 36 06	-14 07.9	33.3	0.04
30	10 46	15 30	20 07	61	59	14 36 21	-18 17.7	33.1	0.10

4 сен. 20ч 39м - перв. четв.
 12 12ч 27м - полнолуние
 20 16ч 39м - посл. четв.
 27 14ч 09м - новолуние

15 сен. 9ч - апогей
 28 сен. 4ч - перигей

Луна проходит вблизи
 Нептуна 11 сен. 0ч 43м на 5° к сев.
 Урана 13 19ч 27м на 5° сев.
 Юпитера 16 20ч 12м на 4° сев.
 Марса 23 12ч 20м на 6° югу
 Меркурия 27 18ч 16м на 8° югу
 Венеры 28 13ч 13м на 7° югу
 Сатурна 28 17ч 51м на 8° югу

СОЛНЦЕ. Октябрь 2011.

Дата J.D. 2455	Для Одессы				В 0ч всемирного времени							
	t_v	t_k	t_s	A	α	δ	η	S_o	d			
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ' "	м с	ч м с	'			
1	835.5	6 55	12 47	18 39	87	12 27 27.7	-2 58 00	-10 04	0 37 31	31.9		
2	836.5	6 56	12 47	18 37	86	12 31 04.9	-3 21 16	-10 23	0 41 28	32.0		
3	837.5	6 57	12 46	18 36	85	12 34 42.4	-3 44 30	-10 42	0 45 24	32.0		
4	838.5	6 59	12 46	18 34	85	12 38 20.1	-4 07 41	-11 01	0 49 21	32.0		
5	839.5	7 0	12 46	18 32	84	12 41 58.2	-4 30 50	-11 19	0 53 18	32.0		
6	840.5	7 1	12 45	18 30	84	12 45 36.7	-4 53 55	-11 37	0 57 14	32.0		
7	841.5	7 3	12 45	18 28	83	12 49 15.4	-5 16 56	-11 55	1 01 11	32.0		
8	842.5	7 4	12 45	18 26	83	12 52 54.6	-5 39 53	-12 13	1 05 07	32.0		
9	843.5	7 5	12 45	18 24	82	12 56 34.2	-6 02 46	-12 30	1 09 04	32.0		
10	844.5	7 7	12 44	18 22	82	13 00 14.1	-6 25 34	-12 46	1 13 00	32.0		
11	845.5	7 8	12 44	18 20	81	13 03 54.6	-6 48 17	-13 02	1 16 57	32.0		
12	846.5	7 9	12 44	18 18	80	13 07 35.5	-7 10 54	-13 18	1 20 53	32.0		
13	847.5	7 11	12 44	18 16	80	13 11 16.9	-7 33 26	-13 33	1 24 50	32.1		
14	848.5	7 12	12 43	18 15	79	13 14 58.8	-7 55 51	-13 48	1 28 47	32.1		
15	849.5	7 13	12 43	18 13	79	13 18 41.3	-8 18 10	-14 02	1 32 43	32.1		
16	850.5	7 15	12 43	18 11	78	13 22 24.3	-8 40 22	-14 15	1 36 40	32.1		
17	851.5	7 16	12 43	18 9	78	13 26 07.9	-9 02 26	-14 28	1 40 36	32.1		
18	852.5	7 17	12 42	18 7	77	13 29 52.1	-9 24 24	-14 41	1 44 33	32.1		
19	853.5	7 19	12 42	18 6	77	13 33 36.9	-9 46 13	-14 52	1 48 29	32.1		
20	854.5	7 20	12 42	18 4	76	13 37 22.3	-10 07 53	-15 04	1 52 26	32.1		
21	855.5	7 22	12 42	18 2	76	13 41 08.4	-10 29 25	-15 14	1 56 22	32.1		
22	856.5	7 23	12 42	18 0	75	13 44 55.2	-10 50 48	-15 24	2 00 19	32.1		
23	857.5	7 24	12 42	17 59	75	13 48 42.6	-11 12 00	-15 33	2 04 16	32.1		
24	858.5	7 26	12 41	17 57	74	13 52 30.7	-11 33 03	-15 41	2 08 12	32.2		
25	859.5	7 27	12 41	17 55	74	13 56 19.6	-11 53 56	-15 49	2 12 09	32.2		
26	860.5	7 29	12 41	17 54	73	14 00 09.1	-12 14 37	-15 56	2 16 05	32.2		
27	861.5	7 30	12 41	17 52	72	14 03 59.4	-12 35 08	-16 02	2 20 02	32.2		
28	862.5	7 32	12 41	17 50	72	14 07 50.5	-12 55 26	-16 08	2 23 58	32.2		
29	863.5	7 33	12 41	17 49	71	14 11 42.3	-13 15 33	-16 13	2 27 55	32.2		
30	864.5	6 35	11 41	16 47	71	14 15 34.8	-13 35 27	-16 17	2 31 51	32.2		
31	865.5	6 36	11 41	16 46	71	14 19 28.1	-13 55 08	-16 20	2 35 48	32.2		

Планеты: Марс (!), Юпитер (!)

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

Астероиды: Паллада, Церера, Эгерия, Эвтерпа, Ефросиния, Амфитрита, Гармония, Ирена, Урания, Эвномия.

Кометы: 45P/Хонды-Мркоса-Пайдушаковой (5.X – 7.0^m).

2 октября - 7 ноября – метеорный поток Орионид (максимум 21 октября).

31 октября в 21 час Солнце переходит в созвездие Весов.

ЛУНА. Октябрь 2011.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	12 00	16 30	20 56	57	56	15 37 49	-21 11.0	32.7	0.18
2	13 05	17 29	21 54	56	56	16 39 23	-22 37.4	32.3	0.27
3	13 59	18 26	22 57	57	58	17 39 43	-22 36.1	31.8	0.38
4	14 42	19 20	-	60	-	18 37 36	-21 15.0	31.3	0.49
5	15 18	20 10	0 03	64	61	19 32 23	-18 47.2	30.9	0.59
6	15 47	20 57	1 10	70	67	20 23 57	-15 27.6	30.5	0.69
7	16 12	21 42	2 16	77	73	21 12 40	-11 30.6	30.2	0.78
8	16 34	22 24	3 21	83	80	21 59 08	-7 09.3	29.9	0.85
9	16 55	23 06	4 24	90	87	22 44 07	-2 34.8	29.7	0.91
10	17 17	23 47	5 26	97	94	23 28 20	+2 02.7	29.6	0.96
11	17 39	-	6 28	103	100	0 12 30	+6 33.6	29.5	0.99
12	18 02	0 29	7 30	109	107	0 57 18	+10 48.7	29.4	1.00
13	18 30	1 12	8 32	115	113	1 43 14	+14 38.4	29.4	0.99
14	19 01	1 57	9 34	119	118	2 30 43	+17 53.3	29.5	0.97
15	19 38	2 44	10 34	122	121	3 19 57	+20 24.0	29.6	0.93
16	20 23	3 32	11 30	124	123	4 10 52	+22 01.7	29.7	0.87
17	21 15	4 22	12 22	124	124	5 03 10	+22 39.5	29.9	0.80
18	22 13	5 13	13 08	121	122	5 56 20	+22 12.6	30.2	0.71
19	23 18	6 05	13 48	117	119	6 49 48	+20 39.4	30.6	0.62
20	-	6 56	14 23	-	114	7 43 09	+18 01.5	31.0	0.52
21	0 28	7 46	14 53	112	108	8 36 09	+14 23.9	31.5	0.41
22	1 40	8 37	15 21	105	101	9 28 57	+9 54.7	32.0	0.31
23	2 55	9 28	15 48	97	92	10 21 56	+4 45.3	32.5	0.21
24	4 13	10 20	16 15	88	84	11 15 45	-0 48.9	32.9	0.12
25	5 33	11 14	16 44	80	76	12 11 07	-6 28.7	33.3	0.05
26	6 54	12 11	17 17	71	68	13 08 41	-11 50.6	33.4	0.01
27	8 16	13 10	17 56	64	62	14 08 46	-16 28.9	33.4	0.00
28	9 35	14 12	18 44	59	58	15 11 04	-19 59.2	33.3	0.02
29	10 47	15 14	19 40	56	56	16 14 31	-22 03.8	32.9	0.07
30	10 48	15 14	19 43	56	57	17 17 28	-22 35.3	32.5	0.14
31	11 37	16 12	20 51	59	60	18 18 16	-21 38.3	32.0	0.23

4 окт. 6ч 15м - перв. четв.
12 5ч 06м - полнолуние
20 6ч 30м - посл. четв.
26 22ч 56м - новолуние

12 окт. 15ч - апогей
26 15ч - перигей

Луна проходит вблизи
Нептуна 8 окт. 6ч 10м на 5° к сев.
Урана 11 1ч 21м на 6° сев.
Юпитера 13 21ч 20м на 4° сев.
Марса 22 1ч 35м на 7° югу
Меркурия 28 4ч 26м на 0.6° югу
Венеры 28 6ч 58м на 2° югу

СОЛНЦЕ. Ноябрь 2011.

Дата J.D. 2455	Для Одессы				В 0ч всемирного времени							
	t_v	t_k	t_s	A	α	δ	η	S_o	d			
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ' "	м с	ч м с	'			
1	866.5	6 37	11 41	16 44	70	14 23 22.2	-14 14 36	-16 22	2 39 45	32.2		
2	867.5	6 39	11 41	16 42	70	14 27 17.0	-14 33 50	-16 24	2 43 41	32.2		
3	868.5	6 40	11 41	16 41	69	14 31 12.6	-14 52 49	-16 25	2 47 38	32.2		
4	869.5	6 42	11 41	16 40	69	14 35 09.0	-15 11 35	-16 25	2 51 34	32.2		
5	870.5	6 43	11 41	16 38	68	14 39 06.2	-15 30 05	-16 25	2 55 31	32.3		
6	871.5	6 45	11 41	16 37	68	14 43 04.2	-15 48 20	-16 23	2 59 27	32.3		
7	872.5	6 46	11 41	16 35	67	14 47 03.1	-16 06 19	-16 21	3 03 24	32.3		
8	873.5	6 48	11 41	16 34	67	14 51 02.7	-16 24 02	-16 18	3 07 20	32.3		
9	874.5	6 49	11 41	16 33	66	14 55 03.2	-16 41 28	-16 14	3 11 17	32.3		
10	875.5	6 50	11 41	16 31	66	14 59 04.5	-16 58 38	-16 09	3 15 14	32.3		
11	876.5	6 52	11 41	16 30	65	15 03 06.7	-17 15 30	-16 03	3 19 10	32.3		
12	877.5	6 53	11 41	16 29	65	15 07 09.7	-17 32 04	-15 57	3 23 07	32.3		
13	878.5	6 55	11 41	16 28	65	15 11 13.6	-17 48 21	-15 50	3 27 03	32.3		
14	879.5	6 56	11 41	16 27	64	15 15 18.3	-18 04 19	-15 41	3 31 00	32.3		
15	880.5	6 58	11 42	16 25	64	15 19 23.9	-18 19 58	-15 32	3 34 56	32.3		
16	881.5	6 59	11 42	16 24	63	15 23 30.3	-18 35 18	-15 23	3 38 53	32.3		
17	882.5	7 0	11 42	16 23	63	15 27 37.7	-18 50 18	-15 12	3 42 49	32.3		
18	883.5	7 2	11 42	16 22	63	15 31 45.8	-19 04 58	-15 00	3 46 46	32.4		
19	884.5	7 3	11 42	16 21	62	15 35 54.8	-19 19 18	-14 48	3 50 43	32.4		
20	885.5	7 5	11 42	16 20	62	15 40 04.7	-19 33 17	-14 34	3 54 39	32.4		
21	886.5	7 6	11 43	16 19	62	15 44 15.4	-19 46 55	-14 20	3 58 36	32.4		
22	887.5	7 7	11 43	16 19	61	15 48 26.9	-20 00 11	-14 05	4 02 32	32.4		
23	888.5	7 9	11 43	16 18	61	15 52 39.2	-20 13 05	-13 50	4 06 29	32.4		
24	889.5	7 10	11 44	16 17	61	15 56 52.4	-20 25 37	-13 33	4 10 25	32.4		
25	890.5	7 11	11 44	16 16	60	16 01 06.3	-20 37 47	-13 16	4 14 22	32.4		
26	891.5	7 13	11 44	16 15	60	16 05 21.0	-20 49 33	-12 57	4 18 18	32.4		
27	892.5	7 14	11 44	16 15	60	16 09 36.5	-21 00 56	-12 39	4 22 15	32.4		
28	893.5	7 15	11 45	16 14	59	16 13 52.7	-21 11 56	-12 19	4 26 12	32.4		
29	894.5	7 17	11 45	16 14	59	16 18 09.5	-21 22 31	-11 59	4 30 08	32.4		
30	895.5	7 18	11 45	16 13	59	16 22 27.1	-21 32 43	-11 38	4 34 05	32.4		

Планеты: Венера (вечером), Марс (!), Юпитер (!), Сатурн (утром)

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

25 ноября – частное солнечное затмение

Астероиды: Церера, Эвтерпа, Ефросиния, Амфитрита, Гармония, Ирена, Урания, Эвномия, Саффо, Виктория, Каллиопа.

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

24 ноября в 1 час Солнце переходит в созвездие Скорпиона.

30 ноября в 11 часов Солнце переходит в созвездие Змееносца.

ЛУНА. Ноябрь 2011.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	12 17	17 05	21 59	63	65	19 15 44	-19 26.1	31.4	0.33
2	12 48	17 54	23 07	68	71	20 09 29	-16 15.9	30.9	0.43
3	13 15	18 40	-	75	-	20 59 45	-12 24.7	30.5	0.53
4	13 39	19 23	0 13	81	78	21 47 13	-8 07.2	30.1	0.63
5	14 00	20 05	1 17	88	84	22 32 41	-3 35.5	29.8	0.72
6	14 22	20 46	2 19	95	91	23 17 02	+1 00.4	29.6	0.80
7	14 43	21 27	3 21	101	98	0 01 06	+5 31.4	29.5	0.87
8	15 07	22 10	4 23	107	105	0 45 37	+9 48.8	29.4	0.93
9	15 33	22 54	5 24	113	111	1 31 14	+13 43.8	29.4	0.97
10	16 03	23 41	6 26	118	116	2 18 26	+17 06.9	29.5	0.99
11	16 39	-	7 27	121	120	3 07 27	+19 48.4	29.6	1.00
12	17 21	0 29	8 25	123	123	3 58 17	+21 38.8	29.7	0.99
13	18 11	1 19	9 19	124	124	4 50 34	+22 30.3	29.9	0.96
14	19 08	2 10	10 06	122	123	5 43 42	+22 17.7	30.1	0.91
15	20 10	3 01	10 48	119	120	6 37 00	+20 59.3	30.4	0.85
16	21 17	3 52	11 23	113	116	7 29 53	+18 37.5	30.7	0.77
17	22 27	4 42	11 54	107	110	8 22 02	+15 17.8	31.0	0.67
18	23 38	5 31	12 22	100	103	9 13 31	+11 08.5	31.4	0.57
19	-	6 19	12 48	-	96	10 04 42	+6 20.1	31.8	0.46
20	0 51	7 09	13 14	92	88	10 56 16	+1 04.9	32.2	0.35
21	2 07	8 00	13 41	83	80	11 49 01	-4 21.9	32.6	0.25
22	3 25	8 53	14 11	75	72	12 43 50	-9 41.8	32.9	0.15
23	4 45	9 50	14 46	68	65	13 41 23	-14 33.1	33.1	0.08
24	6 05	10 50	15 29	61	60	14 41 53	-18 31.9	33.2	0.02
25	7 21	11 52	16 20	57	57	15 44 51	-21 15.7	33.1	0.00
26	8 29	12 55	17 21	56	56	16 48 51	-22 29.4	32.9	0.01
27	9 25	13 55	18 29	57	58	17 52 01	-22 09.1	32.5	0.04
28	10 10	14 52	19 40	61	63	18 52 34	-20 23.0	32.1	0.10
29	10 47	15 45	20 51	66	68	19 49 26	-17 28.0	31.5	0.18
30	11 16	16 33	21 59	72	75	20 42 25	-13 43.3	31.0	0.27

2 нояб. 18ч 38м - перв. четв.	Луна проходит вблизи
10 22ч 16м - полнолуние	Нептуна 4 нояб. 9ч 03м на 5° к сев.
18 17ч 09м - посл. четв.	Урана 7 5ч 18м на 6° сев.
25 8ч 10м - новолуние	Юпитера 9 19ч 49м на 4° сев.
	Марса 19 13ч 30м на 9° югу
8 нояб. 15ч - апогей	Сатурна 22 23ч 6м на 7° югу
24 2ч - перигей	Меркурия 26 11ч 25м на 1° сев.
	Венеры 27 5ч 25м на 2° сев.

СОЛНЦЕ. Декабрь 2011.

Дата J.D. 2455	Для Одессы				В 0ч всемирного времени							
	t_v	t_k	t_s	A	α	δ	η	S_o	d			
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ' "	м с	ч м с	'			
1	896.5	7 19	11 46	16 13	59	16 26 45.3	-21 42 29	-11 16	4 38 01	32.4		
2	897.5	7 20	11 46	16 12	58	16 31 04.1	-21 51 51	-10 54	4 41 58	32.4		
3	898.5	7 21	11 47	16 12	58	16 35 23.6	-22 00 47	-10 31	4 45 54	32.4		
4	899.5	7 23	11 47	16 11	58	16 39 43.7	-22 09 19	-10 07	4 49 51	32.5		
5	900.5	7 24	11 47	16 11	58	16 44 04.3	-22 17 24	-9 43	4 53 47	32.5		
6	901.5	7 25	11 48	16 11	57	16 48 25.5	-22 25 03	-9 19	4 57 44	32.5		
7	902.5	7 26	11 48	16 11	57	16 52 47.2	-22 32 17	-8 53	5 01 41	32.5		
8	903.5	7 27	11 49	16 10	57	16 57 09.4	-22 39 04	-8 28	5 05 37	32.5		
9	904.5	7 28	11 49	16 10	57	17 01 32.1	-22 45 24	-8 02	5 09 34	32.5		
10	905.5	7 29	11 49	16 10	57	17 05 55.3	-22 51 17	-7 35	5 13 30	32.5		
11	906.5	7 30	11 50	16 10	57	17 10 18.8	-22 56 44	-7 08	5 17 27	32.5		
12	907.5	7 31	11 50	16 10	56	17 14 42.8	-23 01 43	-6 41	5 21 23	32.5		
13	908.5	7 32	11 51	16 10	56	17 19 07.2	-23 06 15	-6 13	5 25 20	32.5		
14	909.5	7 32	11 51	16 10	56	17 23 31.9	-23 10 20	-5 45	5 29 16	32.5		
15	910.5	7 33	11 52	16 10	56	17 27 57.0	-23 13 57	-5 16	5 33 13	32.5		
16	911.5	7 34	11 52	16 11	56	17 32 22.3	-23 17 06	-4 47	5 37 10	32.5		
17	912.5	7 35	11 53	16 11	56	17 36 47.9	-23 19 47	-4 18	5 41 06	32.5		
18	913.5	7 35	11 53	16 11	56	17 41 13.7	-23 22 01	-3 49	5 45 03	32.5		
19	914.5	7 36	11 54	16 11	56	17 45 39.7	-23 23 46	-3 19	5 48 59	32.5		
20	915.5	7 37	11 54	16 12	56	17 50 05.9	-23 25 03	-2 50	5 52 56	32.5		
21	916.5	7 37	11 55	16 12	56	17 54 32.3	-23 25 51	-2 20	5 56 52	32.5		
22	917.5	7 38	11 55	16 13	56	17 58 58.7	-23 26 12	-1 50	6 00 49	32.5		
23	918.5	7 38	11 56	16 13	56	18 03 25.2	-23 26 04	-1 20	6 04 45	32.5		
24	919.5	7 39	11 56	16 14	56	18 07 51.7	-23 25 28	-0 50	6 08 42	32.5		
25	920.5	7 39	11 57	16 14	56	18 12 18.2	-23 24 24	-0 20	6 12 39	32.5		
26	921.5	7 39	11 57	16 15	56	18 16 44.7	-23 22 51	+0 10	6 16 35	32.5		
27	922.5	7 40	11 58	16 16	56	18 21 11.0	-23 20 50	+0 39	6 20 32	32.5		
28	923.5	7 40	11 58	16 16	56	18 25 37.2	-23 18 21	+1 09	6 24 28	32.5		
29	924.5	7 40	11 59	16 17	56	18 30 03.2	-23 15 25	+1 38	6 28 25	32.5		
30	925.5	7 40	11 59	16 18	56	18 34 29.0	-23 12 00	+2 08	6 32 21	32.5		
31	926.5	7 41	12 00	16 19	56	18 38 54.5	-23 08 07	+2 37	6 36 18	32.5		

Планеты: Венера (вечером), Марс (!), Юпитер (!), Сатурн (2 половина)

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

22 декабря 7ч31м – зимнее солнцестояние.

10 декабря – полное теневое лунное затмение, видно в Украине.

Астероиды: Эвтерпа, Ефросиния, Амфитрита, Гармония, Ирена, Урания, Эвномия, Саффо, Виктория, Каллиопа.

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

18 декабря в 19 часов Солнце переходит в созвездие Стрельца.

ЛУНА. Декабрь 2011.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	t_B	t_K	t_3	A_B	A_3	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	- °	+ °	ч м с	° '	'	
1	11 42	17 19	23 05	79	82	21 31 58	-9 26.9	30.6	0.36
2	12 04	18 02	-	86	-	22 18 53	-4 53.5	30.2	0.46
3	12 26	18 43	0 09	92	89	23 04 03	-0 14.9	29.9	0.56
4	12 47	19 25	1 11	99	98	23 48 25	+4 19.6	29.7	0.65
5	13 10	20 07	2 13	105	103	0 32 51	+8 41.5	29.5	0.74
6	13 35	20 51	3 15	111	109	1 18 05	+12 42.9	29.5	0.82
7	14 04	21 36	4 17	116	114	2 04 46	+16 15.1	29.5	0.88
8	14 37	22 24	5 18	120	119	2 53 19	+19 08.8	29.6	0.94
9	15 18	23 14	6 17	123	122	3 43 52	+21 14.3	29.8	0.98
10	16 06	-	7 17	124	124	4 36 12	+22 22.7	30.0	1.00
11	17 01	0 05	8 03	123	123	5 29 45	+22 27.0	30.2	1.00
12	18 03	0 57	8 48	120	121	6 23 44	+21 24.2	30.4	0.98
13	19 09	1 49	9 25	115	117	7 17 22	+19 15.6	30.7	0.94
14	20 18	2 39	9 58	109	112	8 10 08	+16 07.2	30.9	0.89
15	21 29	3 28	10 27	102	105	9 01 50	+12 08.0	31.2	0.81
16	22 40	4 17	10 53	94	98	9 52 42	+7 29.5	31.5	0.72
17	23 53	5 05	11 18	86	90	10 43 17	+2 24.6	31.8	0.62
18	-	5 54	11 44	-	83	11 34 21	-2 52.5	32.0	0.51
19	1 08	6 45	12 11	78	75	12 26 46	-8 06.1	32.3	0.39
20	2 24	7 38	12 43	71	68	13 21 23	-12 58.5	32.5	0.28
21	3 41	8 34	13 20	64	62	14 18 46	-17 09.6	32.7	0.18
22	4 57	9 33	14 05	59	58	15 18 58	-20 19.2	32.8	0.10
23	6 07	10 35	15 01	56	56	16 21 16	-22 09.4	32.7	0.04
24	7 09	11 36	16 05	56	57	17 24 13	-22 29.7	32.6	0.01
25	8 00	12 35	17 15	59	60	18 26 00	-21 20.6	32.3	0.00
26	8 41	13 31	18 27	63	65	19 25 04	-18 52.8	31.9	0.02
27	9 15	14 22	19 38	69	72	20 20 38	-15 24.0	31.5	0.06
28	9 43	15 10	20 47	76	79	21 12 39	-11 13.6	31.0	0.13
29	10 07	15 55	21 53	83	86	22 01 37	-6 39.4	30.6	0.20
30	10 29	16 38	22 58	90	93	22 48 18	-1 56.0	30.2	0.29
31	10 51	17 20	-	96	-	23 33 37	+2 45.3	29.9	0.38

2 дек.	11ч 52м - перв. четв.	Луна проходит вблизи
10	16ч 36м - полнолуние	Нептуна 1 дек. 17ч 34м на 5° к сев.
18	2ч 48м - посл. четв.	Урана 4 9ч 26м на 5° сев.
24	20ч 06м - новолуние	Юпитера 6 22ч 53м на 5° сев.
		Марса 17 15ч 56м на 9° югу
6 дек.	3ч - апогей	Сатурна 20 13ч 22м на 7° югу
22 дек.	5ч - перигей	Меркурия 23 4ч 38м на 3° югу
		Венеры 27 12ч 7м на 6° сев.

НАЧАЛО И ОКОНЧАНИЕ СУМЕРЕК СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2011.

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

Физические

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

Гравитационная постоянная (сила притяжения двух точечных масс по 1 кг на расстоянии 1 м) $G = 6,673 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг²

Постоянная Планка (квант действия, граница применимости понятий классической физики) $h = 6,6262 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Постоянная Больцмана (изменение средней энергии частицы при изменении температуры на 1 К) $k = 1,38066 \cdot 10^{-23}$ Дж/К

Число Авогадро (количество молекул, атомов, ионов в 1 моле, то есть в массе вещества в граммах, численно равной атомной массе молекулы, атома) $N_A = 6,0222 \cdot 10^{23}$ 1/моль

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2011.

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

постоянные

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

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

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

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

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

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

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

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2011.

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

Электромагнитный спектр

Диапазон	Приблизительные границы диапазонов		
	По длинам волн	По частотам	По энергии кванта
Гамма-излучение	0,01 нм	$3 \cdot 10^{19}$ Гц	120 кэВ
Рентгеновское излучение	10 нм	$3 \cdot 10^{16}$ Гц	120 эВ
Ультрафиолетовое излучение	380 нм	$8 \cdot 10^{14}$ Гц	3,3 эВ
Видимый свет	760 нм	$4 \cdot 10^{14}$ Гц	1,7 эВ
Инфракрасное излучение	1 мм	$3 \cdot 10^{11}$ Гц	0,001 эВ
Радиоволны			

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2011.

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

Данные о Земле

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

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2011.

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

Данные о Луне

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

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2011

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

Данные о Солнце

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

ДИАГРАММА ВИДИМОСТИ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

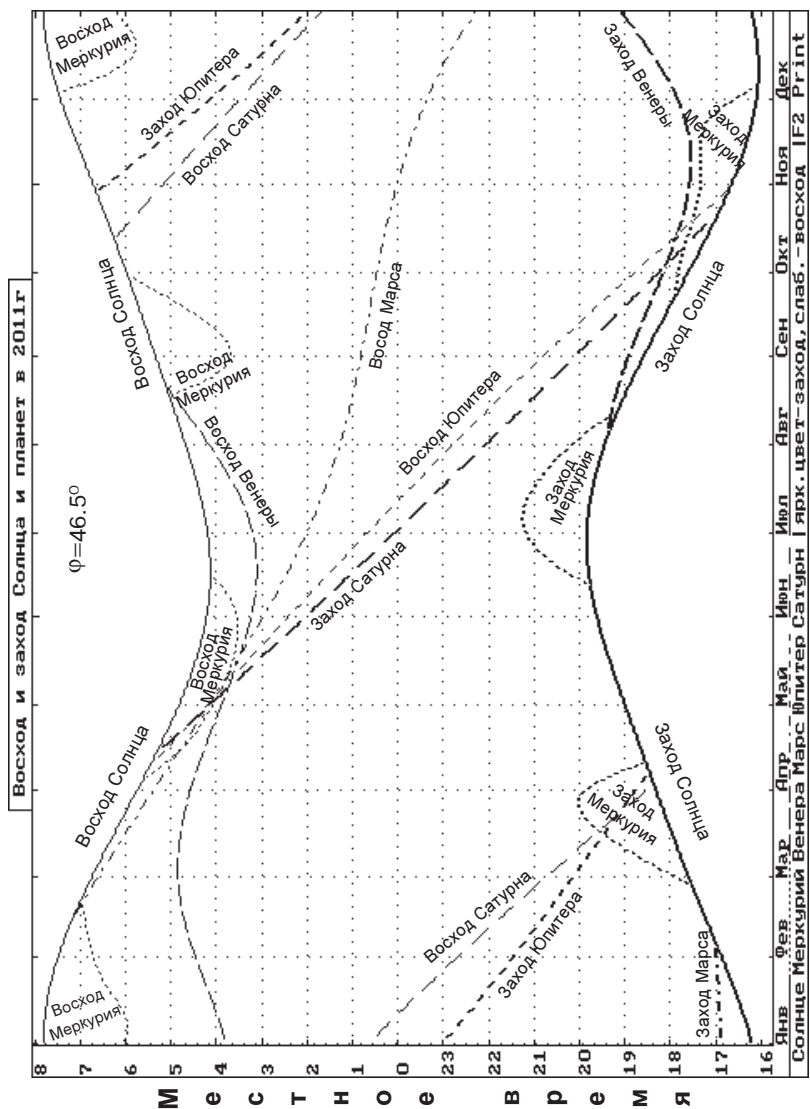
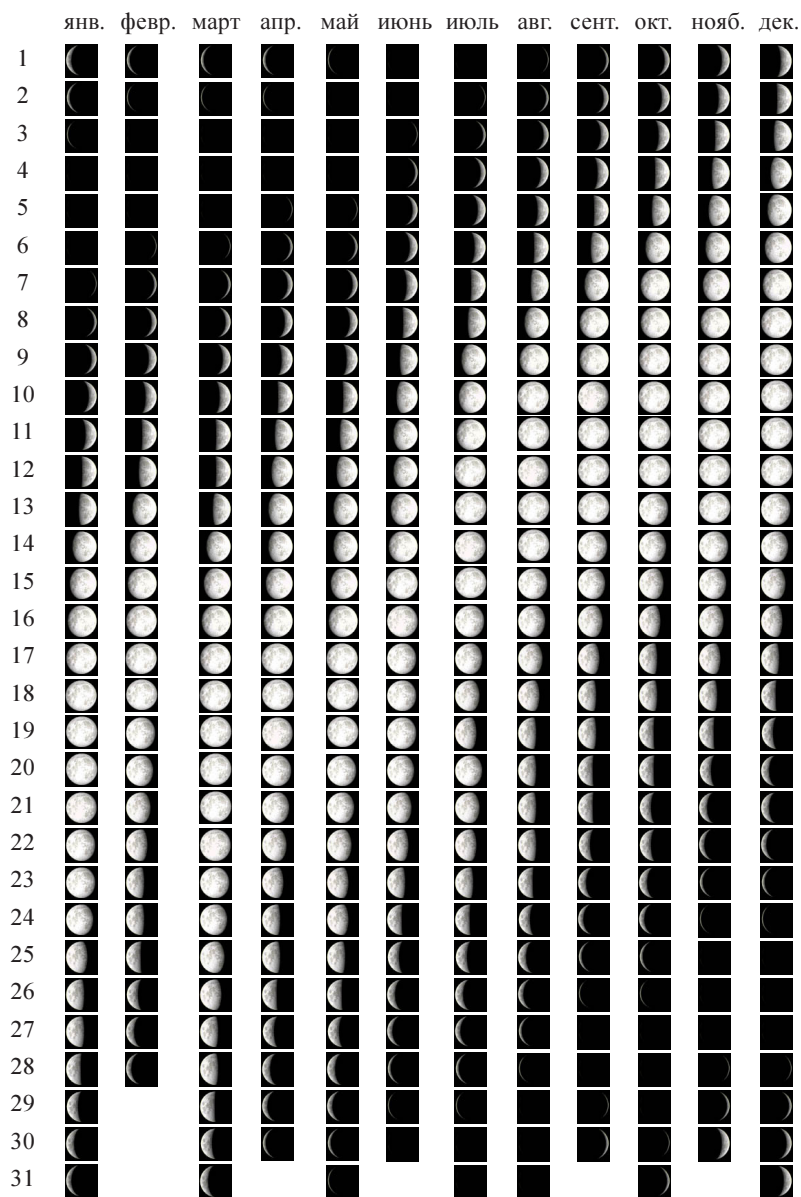


График восхода и захода Солнца и планет в 2011 году.
Линии восхода и захода Солнца даны для Одессы ($\varphi = 46.5^\circ$).

ФАЗЫ ЛУНЫ В 2011 ГОДУ



ЗАТМЕНИЯ СОЛНЦА И ЛУНЫ

В 2011 году произойдет 6 затмений – 4 солнечных и 2 лунных: 4 января – частное солнечное затмение, 1-2 июня – частное солнечное затмение, 15-16 июня – полное теневое лунное затмение, 1 июля – частное солнечное затмение, 25 ноября – частное солнечное затмение, 10 декабря – полное теневое лунное затмение.

Солнечные затмения 1-2 июня, 1 июля и 25 ноября не будут видны на территории Украины. В Украине можно будет наблюдать только солнечное затмение 4 января, которое начнется утром, когда Солнце будет находиться низко над юго-восточной стороной горизонта, а закончится около полудня.

Частная теневая фаза лунного затмения 15-16 июня начнется в сумерки. Максимальная фаза затмения и его окончание будут наблюдаться на темном небе. При лунном затмении 10 декабря начало полной теневой фазы произойдет в момент восхода Луны. Максимальная фаза затмения и окончание полной теневой фазы будет наблюдаться во время сумерек, а окончание частных теневой и полутеневых фаз – на темном небе. Во время полутеневых фаз лунных затмений ослабление лунного света почти незаметно невооруженным глазом и наблюдается с помощью приборов.

Невооруженным глазом наблюдать солнечное затмение можно через лубой темный светофильтр. Опасно смотреть через фильтр даже в маленький телескоп, лучше воспользоваться солнечным экраном.

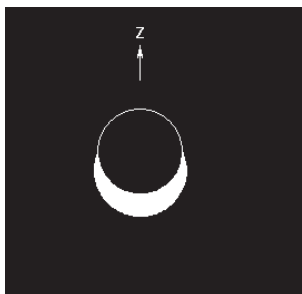
Солнечные затмения

Частное солнечное затмение 4 января 2011 года.

Частное затмение на Земле начнется 4 января в 8ч41м в северо-западной части Африки, в точке с географическими координатами 28.9° с.ш. и 4.3° в.д., а закончится 4 января в 13ч01м в Сибири, в районе горного хребта Чингиз-Тау, к северу от озера Балхаш, в точке с географическими координатами 48.8° с.ш. и 77.5° в.д. Продолжительность прохождения частной фазы по поверхности Земли 4ч20м. Максимальная фаза затмения 0.857 наступит 4 января в 10ч51м в северо-западной части акватории Ботнического залива, вблизи побережья Скандинавского полуострова, в точке с географическими координатами 64.1° с.ш. и 21.6° в.д.

Затмение будет видимо в Европе (кроме северной части Скандинавского полуострова), в центральной и западной части Азии и в Северной Африке.

Карта затмения дана ниже.



Солнечное затмение 4 января 2011 года в 10ч46м, видимое в Одессе

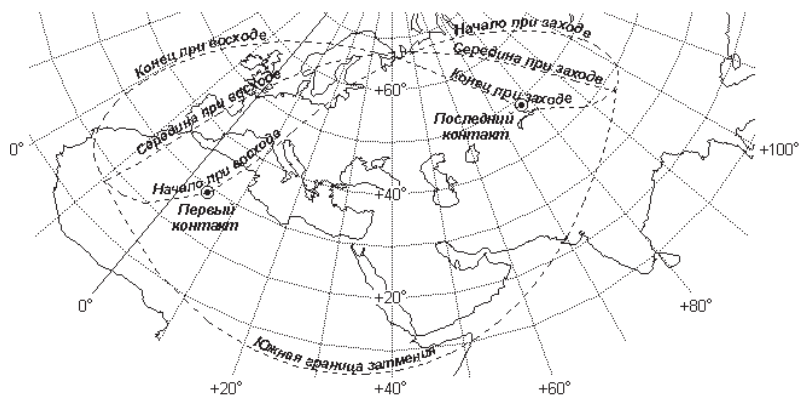
Это солнечное затмение будет видно и в Украине. В Одессе частное затмение наступит через 1ч36м после восхода Солнца, будет продолжаться в течение 3ч02м, и закончится через 17м после истинного полудня. Картина солнечного затмения, видимого в Одессе в момент наибольшей фазы, показана на рисунке (Z – направление вертикала Солнца на зенит).

Обстоятельства солнечного затмения для некоторых населенных пунктов Украины, Молдавии и Приднестровья приведены в таблице. В ней даны моменты начала T_1 , наибольшей фазы T_m и конца

T_4 частного затмения по киевскому времени, наибольшая фаза Φ_m затмения, углы положения от зенита Z_1 в начале и Z_4 в конце затмения, высота Солнца h_m над горизонтом и астрономический азимут Солнца A_m в момент наибольшей фазы. Углы Z_1 и Z_4 определяют положение первого и последнего контактов лунного диска с солнечным и отсчитываются при центре солнечного диска от его верхней точки против часовой стрелки.

Обстоятельства солнечного затмения 4 января 2011 года

Населенный пункт	T_1 ч м	T_m ч м	T_4 ч м	Φ_m	Z_1	Z_4	h_m	A_m
Винница	9 18	10 44	12 16	0.794	297.1	63.7	15.6	-20.7
Днепропетровск	9 26	10 55	12 26	0.773	292.4	54.0	18.0	-12.0
Донецк	9 30	11 00	12 31	0.759	290.4	49.6	18.9	-8.2
Житомир	9 20	10 46	12 17	0.802	295.3	63.9	14.7	-20.0
Запорожье	9 25	10 55	12 27	0.767	293.0	53.2	18.7	-11.9
Ивано-Франковск	9 13	10 38	12 09	0.794	300.6	68.5	14.5	-25.6
Измаил	9 13	10 41	12 15	0.759	302.4	61.0	19.1	-21.5
Киев	9 22	10 49	12 19	0.801	293.6	61.6	15.0	-17.6
Кировоград	9 22	10 50	12 22	0.781	294.9	58.0	17.4	-15.9
Кишинев	9 15	10 43	12 15	0.775	299.8	62.0	17.6	-20.9
Луганск	9 33	11 03	12 33	0.756	288.5	47.9	18.6	-6.0
Луцк	9 16	10 41	12 11	0.809	297.4	68.4	13.1	-24.2
Львов	9 13	10 38	12 08	0.802	299.8	69.7	13.4	-26.1
Мариуполь	9 28	10 59	12 30	0.752	291.8	49.2	19.7	-8.8
Николаев	9 20	10 49	12 21	0.769	296.9	57.3	18.6	-16.6
Одесса	9 17	10 46	12 19	0.767	298.8	58.8	18.7	-18.4
Полтава	9 27	10 55	12 26	0.784	291.3	55.5	16.8	-12.3
Ровно	9 17	10 42	12 12	0.807	297.1	67.3	13.6	-23.2
Севастополь	9 19	10 49	12 23	0.742	298.9	53.2	21.3	-15.2
Симферополь	9 20	10 51	12 24	0.744	297.8	52.5	21.1	-14.2
Сумы	9 28	10 57	12 26	0.793	289.6	56.2	15.6	-11.7
Тернополь	9 15	10 40	12 11	0.800	298.9	67.6	14.2	-24.2
Тирасполь	9 16	10 44	12 17	0.772	299.4	60.7	18.1	-19.9
Ужгород	9 10	10 34	12 05	0.791	303.0	71.4	13.8	-28.6
Харьков	9 30	10 58	12 28	0.781	289.4	53.6	16.7	-10.0
Херсон	9 20	10 49	12 22	0.764	296.9	56.1	19.2	-15.9
Хмельницкий	9 16	10 42	12 13	0.797	298.0	65.7	14.9	-22.5
Черкассы	9 23	10 51	12 22	0.790	293.5	58.9	16.4	-15.7
Чернигов	9 24	10 51	12 21	0.806	291.7	61.1	14.3	-16.2
Черновцы	9 13	10 39	12 11	0.789	300.5	66.7	15.4	-24.3



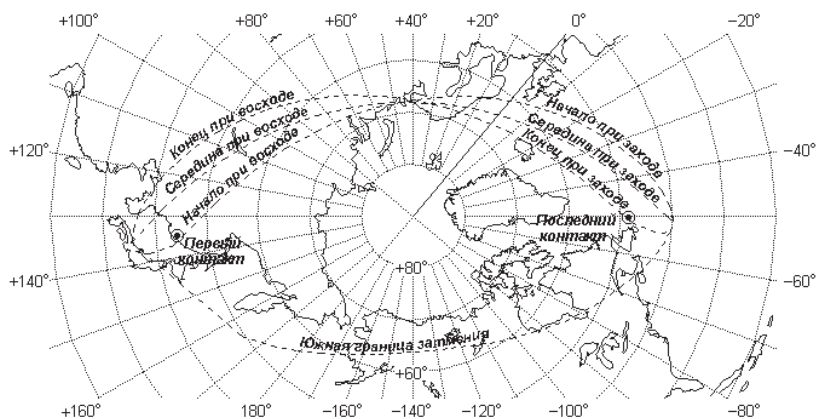
Карта видимости частного солнечного затмения 4 января 2011 года

Частное солнечное затмение 1-2 июня 2011 года.

Частное затмение на Земле начнется 1 июня в 22ч26м в районе горного хребта Синий и реки Уссури, в точке с географическими координатами 44.4° с.ш. и 134.8° в.д., а закончится 2 июня в 2ч07м в северо-западной части акватории Атлантического океана, к востоку от острова Ньюфаундленд, в точке с географическими координатами 48.5° с.ш. и 50.2° з.д. Продолжительность прохождения частной фазы по поверхности Земли 3ч41м.

Максимальная фаза затмения 0.602 наступит 2 июня в 0ч17м в южной части акватории Баренцева моря, между полуостровом Канин и островом Колгуев, в точке с географическими координатами 68.1° с.ш. и 46.9° в.д.

Затмение будет видимо в северной части Скандинавского полуострова, в северо-восточной части Азии в северной части Северной Америки, на острове Гренландия, на острове Исландия, в акватории Северного Ледовитого океана, в северо-западной части акватории Тихого океана и в северо-западной части акватории Атлантического океана.

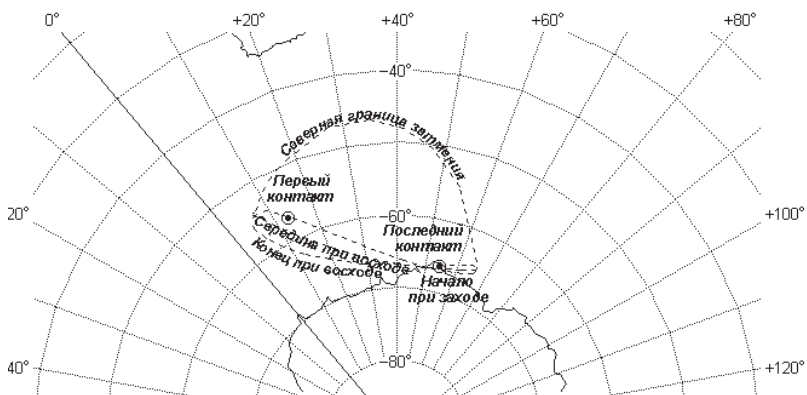


Карта видимости частного солнечного затмения 1-2 июня 2011 года

Частное солнечное затмение 1 июля 2011 года.

Частное затмение на Земле начнется 1 июля в 10ч54м в юго-восточной части акватории Атлантического океана в точке с географическими координатами 57.0° ю.ш. и 13.1° в.д., а закончится 1 июля в 12ч23м на побережье Восточной Антарктиды, в районе гор Нейпир, в точке с географическими координатами 66.4° ю.ш. и 54.2° в.д. Продолжительность прохождения частной фазы по поверхности Земли 1ч29м.

Максимальная фаза затмения 0.095 наступит 1 июля в 11ч39м в акватории моря Рисер-Ларсена, омывающего берег Земли Королевы Мод (Восточная Антарктида), в точке с географическими координатами 64.6° ю.ш. и 29.0° в.д. Затмение будет видимо в юго-восточной части акватории Атлантического океана и в юго-западной части акватории Индийского океана.

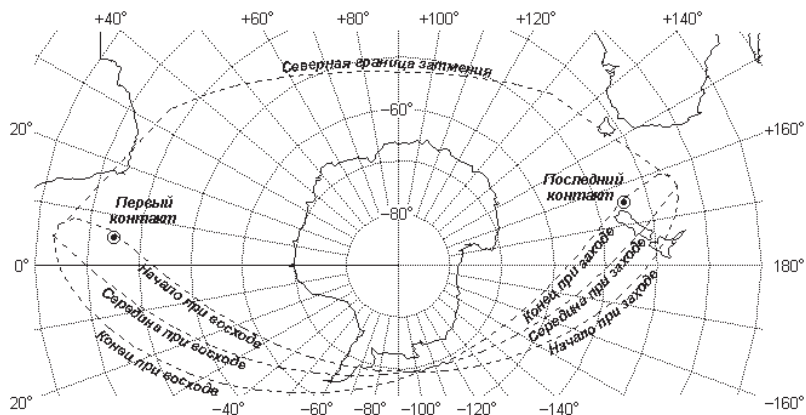


Карта видимости частного солнечного затмения 1 июля 2011 года

Частное солнечное затмение 25 ноября 2011 года.

Частное затмение на Земле начнется 25 ноября в 6ч24м в юго-восточной части акватории Атлантического океана в точке с географическими координатами 34.8° ю.ш. и 5.6° в.д., а окончится 25 ноября в 10ч18м юго-восточной части акватории Тасманова моря, к юго-западу от Новой Зеландии, в точке с географическими координатами 45.0° ю.ш. и 164.4° в.д. Продолжительность прохождения частной фазы по поверхности Земли 3ч54м.

Максимальная фаза затмения 0.906 наступит 25 ноября в 8ч21м в акватории моря Беллинсгаузена, омывающего берег Земли Элсуорта (Западная Антарктида), в точке с географическими координатами 69.1° ю.ш. и 82.4° з.д. Затмение будет видимо в Антарктиде, на островах Новой Зеландии, в южной части акватории Индийского океана, в юго-восточной части акватории Атлантического океана и в юго-западной части акватории Тихого океана.



Карта видимости частного солнечного затмения 25 ноября 2011 года

Лунные затмения

Полное теневое лунное затмение 15-16 июня 2011 года.

Затмение можно будет наблюдать в Европе (кроме ее северной части), в Азии (кроме ее северо-восточной части), в Африке, в Австралии, в Южной Америке (кроме ее северо-западной части), в Австралии, в Антарктиде, в акватории Индийского океана и в юго-восточной части акватории Атлантического океана. В этот день южнее параллели 66.9° ю.ш. Луна не заходит за горизонт, а севернее параллели 66.7° с.ш. — не восходит.

Обстоятельства затмения:

Начало частного полутеневого затмения	15 июня в 20ч24м
Начало частного теневого затмения	21ч23м
Начало полного теневого затмения	22ч23м
Момент максимальной фазы	23ч13м
Конец полного теневого затмения	16 июня в 0ч04м
Конец частного теневого затмения	1ч03м
Конец частного полутеневого затмения	2ч03м

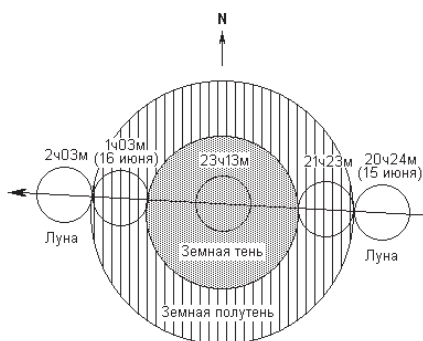
Продолжительность всего затмения 5ч39м, всех его теневых фаз — 3ч40м, полной теневой фазы — 1ч41м. Углы положения контактов, отсчитываемые от

северной точки лунного диска против часовой стрелки до радиуса лунного диска, направленного в центр тени, равны: для начала частного полутеневого затмения $P=90.1^\circ$, для его конца — $P=263.5^\circ$; для начала частного теневого затмения $P=91.9^\circ$, для его конца — $P=261.7^\circ$. Угловой радиус полутени равен $4550''$, радиус тени — $2623''$. Максимальная фаза полутеневого затмения 2.711, максимальная фаза теневого — 1.704.

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

Начало частного теневого затмения	23.3° ю.ш., 83.2° в.д.
Момент максимальной фазы	23.2° ю.ш., 56.8° в.д.
Конец частного теневого затмения	23.2° ю.ш., 30.4° в.д.

Луна будет находиться на границе созвездий Змееносца и Стрельца вблизи восходящего узла своей орбиты и пройдет по центральной части земной тени и полутени (см. рисунок).



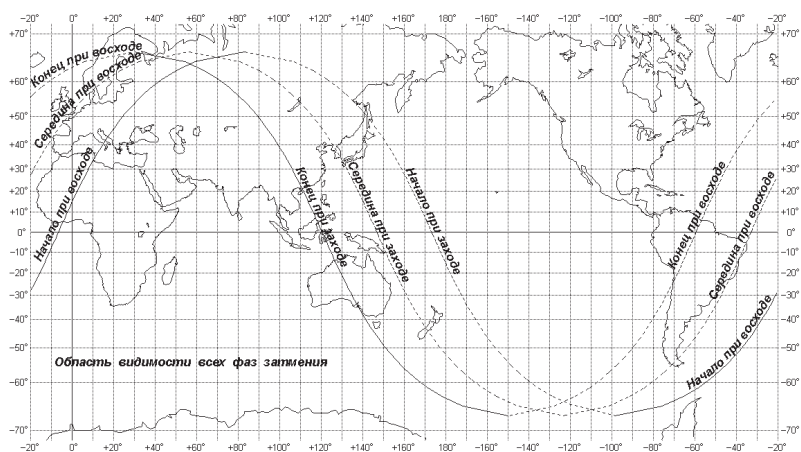
Видимый путь Луны
в затмении 15-16 июня 2011 года

Эфемериды лунного затмения 15-16 июня 2011 года

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

T	σ	d	P	Фаза	
Ч	М	"	°	тени	п/тени
20	20	5610	2.136	90.7	— 0.000
20	30	5286	2.012	90.9	— 0.118
20	40	4961	1.889	91.0	— 0.287
20	50	4637	1.766	91.2	— 0.456
21	00	4313	1.642	91.5	— 0.625
21	10	3989	1.519	91.8	— 0.794
21	20	3665	1.396	92.2	0.000 0.963
21	30	3342	1.273	92.6	0.126 1.132
21	40	3019	1.150	93.1	0.294 1.300
21	50	2696	1.027	93.8	0.463 1.469
22	00	2374	0.905	94.7	0.631 1.637
22	10	2053	0.782	95.8	0.798 1.805
22	20	1733	0.660	97.5	0.965 1.972
22	30	1415	0.539	99.8	1.131 2.138
22	40	1101	0.420	103.5	1.295 2.301
22	50	796	0.303	110.2	1.454 2.461
23	00	514	0.196	124.6	1.601 2.608
23	10	326	0.124	162.2	1.700 2.706

T	σ	d	P	Фаза	
Ч	М	"	°	тени	п/тени
23	20	397	0.152	214.3	1.662 2.669
23	30	648	0.247	237.6	1.531 2.538
23	40	945	0.360	247.2	1.376 2.383
23	50	1255	0.479	252.1	1.214 2.221
0	00	1571	0.599	255.0	1.049 2.056
0	10	1889	0.721	256.9	0.883 1.890
0	20	2209	0.843	258.3	0.715 1.722
0	30	2530	0.965	259.3	0.547 1.554
0	40	2852	1.088	260.1	0.379 1.386
0	50	3174	1.211	260.7	0.211 1.218
1	00	3496	1.334	261.1	0.042 1.049
1	10	3818	1.458	261.5	0.000 0.881
1	20	4141	1.581	261.9	— 0.712
1	30	4464	1.704	262.1	— 0.543
1	40	4787	1.828	262.4	— 0.374
1	50	5109	1.951	262.6	— 0.205
2	00	5432	2.075	262.7	— 0.036
2	10	5755	2.198	262.9	— 0.000



Карта видимости полного теневого лунного затмения 15-16 июня 2011 года

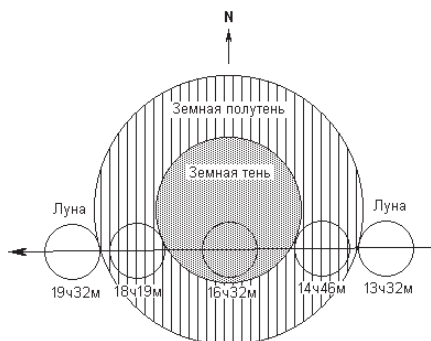
Полное теневое лунное затмение 10 декабря 2011 года.

Затмение можно будет наблюдать в северо-восточной части Европы, в Азии, в северо-восточной части Африки, в Австралии, в Северной Америке (кроме ее юго-восточной части), в акватории Северного Ледовитого океана, в северной, западной частях акватории Тихого океана и в северо-восточной части акватории Индийского океана. В этот день севернее параллели 67.5° с.ш. Луна не заходит за горизонт, а южнее параллели 67.3° ю.ш. — не восходит.

Обстоятельства затмения:

Начало частного полутеневого затмения	10 декабря в 13ч32м
Начало полного полутеневого затмения	14ч39м
Начало частного теневого затмения	14ч46м
Начало полного теневого затмения	16ч06м
Момент максимальной фазы	16ч32м
Конец полного теневого затмения	16ч58м
Конец частного теневого затмения	18ч19м
Конец полного полутеневого затмения	18ч25м
Конец частного полутеневого затмения	19ч32м

Продолжительность всего затмения 6ч00м, продолжительность его полных полутеневых фаз по 7 минут, всех теневых фаз — 3ч33м, полной теневой фазы — 52 минуты. Углы положения



Видимый путь Луны
в затмении 10 декабря 2011 года

контактов, отсчитываемые от северной точки лунного диска против часовой стрелки, равны: для начала частного полутеневого затмения $P=76.5^\circ$, для его конца — $P=284.8^\circ$; для начала частного теневого затмения $P=67.6^\circ$, для его конца — $P=293.7^\circ$. Угловой радиус полутени равен $4375''$, радиус тени — $2387''$. Максимальная фаза полутеневого затмения 2.211, максимальная фаза теневого — 1.109.

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

Начало частного теневого затмения	22.6° с.ш., 165.8° в.д.
Момент максимальной фазы	22.6° с.ш., 140.1° в.д.
Конец частного теневого затмения	22.5° с.ш., 114.5° в.д.

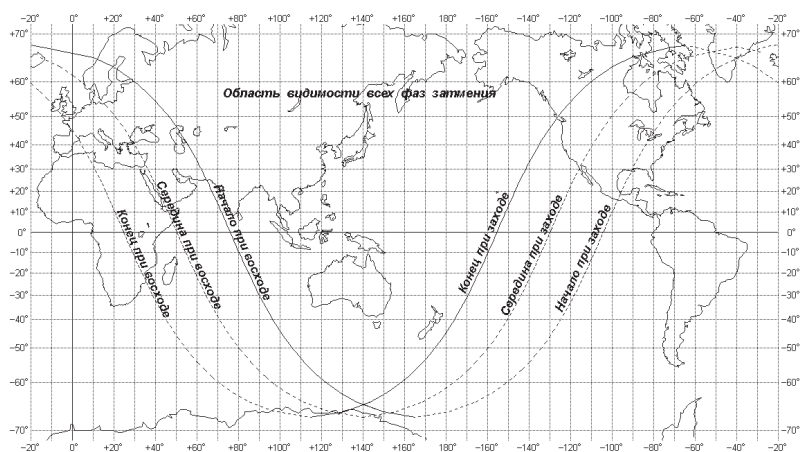
Луна будет находиться в созвездии Тельца вблизи нисходящего узла своей орбиты и пройдет по южной части земной тени и полутени.

Эфемериды лунного затмения 10 декабря 2011 года

Принятые обозначения: T – момент по киевскому времени; σ – угловое расстояние между центрами Луны и земной тени; d – то же расстояние, выраженный в долях радиуса тени; P – угол положения радиуса лунного диска, направленного на центр тени.

T ч м "	σ "	d	P °	Фаза тени п/тени	
13 30	5322	2.232	76.0	—	0.000
13 40	5047	2.117	75.3	—	0.126
13 50	4773	2.002	74.5	—	0.278
14 00	4500	1.887	73.5	—	0.429
14 10	4229	1.773	72.4	—	0.580
14 20	3959	1.660	71.2	—	0.730
14 30	3692	1.548	69.8	—	0.878
14 40	3427	1.436	68.2	0.000	1.025
14 50	3165	1.327	66.3	0.068	1.170
15 00	2908	1.219	64.1	0.211	1.313
15 10	2656	1.113	61.4	0.350	1.452
15 20	2411	1.010	58.2	0.486	1.588
15 30	2176	0.912	54.2	0.617	1.718
15 40	1954	0.819	49.3	0.740	1.841
15 50	1750	0.733	43.2	0.853	1.955
16 00	1571	0.658	35.6	0.952	2.054
16 10	1427	0.598	26.2	1.032	2.133
16 20	1329	0.557	15.1	1.086	2.188
16 30	1288	0.539	2.8	1.109	2.211

T ч м "	σ "	d	P °	Фаза тени п/тени	
16 40	1308	0.548	350.3	1.098	2.199
16 50	1388	0.581	338.7	1.054	2.155
17 00	1518	0.636	328.7	0.982	2.083
17 10	1686	0.706	320.5	0.889	1.990
17 20	1883	0.788	314.0	0.780	1.881
17 30	2100	0.879	308.7	0.660	1.761
17 40	2331	0.976	304.4	0.532	1.633
17 50	2573	1.077	301.0	0.398	1.499
18 00	2824	1.182	298.1	0.259	1.360
18 10	3080	1.289	295.7	0.118	1.218
18 20	3341	1.398	293.7	0.000	1.074
18 30	3605	1.509	292.0	—	0.928
18 40	3873	1.621	290.5	—	0.780
18 50	4143	1.733	289.3	—	0.630
19 00	4414	1.847	288.2	—	0.480
19 10	4688	1.961	287.2	—	0.329
19 20	4962	2.076	286.3	—	0.177
19 30	5238	2.191	285.5	—	0.024
19 40	5515	2.307	284.8	—	0.000



Карта видимости полного теневого лунного затмения 10 декабря 2011 года

ЗАВЕРШЕНИЕ 23-го И НАЧАЛО 24-го ЦИКЛА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

В предыдущих выпусках Одесского астрономического календаря традиционно представлялся ежегодный обзор состояния 23-го цикла солнечной активности. Однако, даже в 2009 году, на 14 году его развития, не была ясна дата его завершения, и необходимо было экстренно разобраться в сложившейся ситуации.

С 18 по 19 декабря 2009 года в Государственном астрономическом институте им. П.К.Штернберга (ГАИШ МГУ) по инициативе Астрономического общества проводило свою работу рабочее совещание-дискуссия: «Циклы активности на Солнце и звездах», посвященное вопросу об общности процессов на Солнце и звездах. Особое внимание было уделено особенностям последнего 23-го цикла солнечной активности и возможному ее развитию в предстоящие годы. Отдельно обсуждались аспекты солнечно-климатических связей и проблема «глобального потепления» климата Земли. В 2010 году в Санкт-Петербурге был опубликован сборник трудов этого совещания. Для всех интересующихся солнечной активностью и солнечно-земными связями в представленном очерке дан краткий обзор содержания этого сборника в тех вопросах, которые касаются основных свойств 23-го цикла активности.

В разделе «Общее введение» представлен доклад В.Н.Обридко (ИЗМИРАН) «Введение. Циклы активности на Солнце и некоторые особенности 23 цикла», который обозначил основной круг предложенных к обсуждению проблем и представлял результаты ряда докладов. К числу аномалий 23-го цикла отнесены: по числу солнечных пятен минимум декабря 2008 года был самым глубоким за последние 75 лет. Кроме того, в 2008 году 265 дней пятен не было вообще. За последние 160 лет большее число дней без пятен было только в 1878, 1901 и 1913 годах.

Значение магнитного поля на полюсах Солнца в 23-м цикле было на 40% ниже, чем в предыдущем цикле, а в целом за 30 лет уменьшилось более чем в

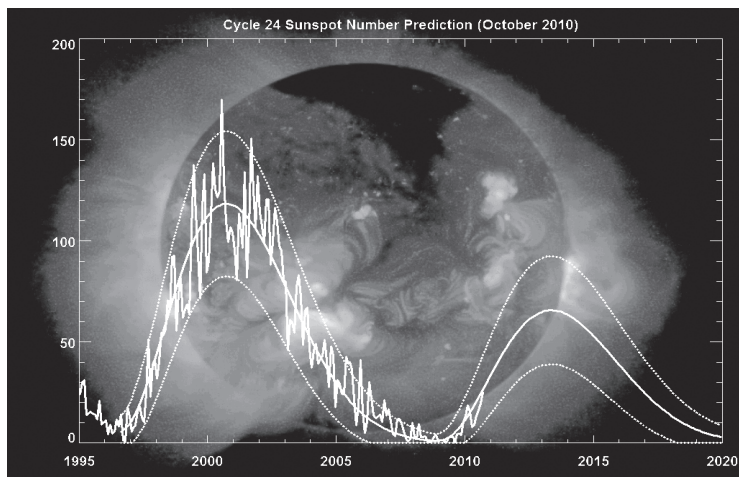


Рис. 1. Кривая развития 23-го и начала 24-го циклов солнечной активности

2 раза. Наблюдается постепенное падение напряженности магнитных полей пятен – при продолжении такого процесса на Солнце может не оказаться оптически наблюдаемых пятен! С другой стороны, наблюдавшийся в 22-м цикле процесс постепенного утончения гелиосферного токового слоя от фазы спада к фазе минимума в 23-м цикле остановился в 2003 году и только в 2009 году достиг минимальных значений. Введенный автором индекс эффективной мультиплетности, характеризующий соотношение различных масштабов магнитных полей, обычно к минимуму цикла приближается к дипольному значению, равному 3, а в максимуме за счет вклада полей меньших пространственных частот приближается к 5. В 23-м цикле, при спаде этого индекса до 3 в 2003 году, он снова вырос и вернулся к дипольному состоянию только в 2009 году.

Значительный всплеск активности в 2003 году привел к росту скорости солнечного ветра и одновременно к падению его плотности на 45% по сравнению с предыдущим циклом. Таким образом, по многим аномальным показателям создается впечатление, что 23 цикл состоял из 2-х частей – до 2003 года и после него.

23-й цикл оказался весьма высоким по числу мощных рентгеновских вспышек и сопоставимым с 22-м циклом, а по числу мощных протонных событий был даже в 1.5 раза больше. Пониженные значения плотности и магнитного поля солнечного ветра уменьшили экранировку Земли от галактических космических лучей и обеспечили их самый высокий поток в 2008-2009 годах.

В соответствии с теорией «динамо» наблюдаемые тороидальные локальные поля, формирующие солнечные пятна, формируются из полоидальных магнитных полей, главным компонентом которых является глобальный солнечный диполь. Рост магнитного момента солнечного диполя определяет рост активности локальных магнитных полей. В качестве еще одной аномалии, продолженной в 23-м цикле, стало уменьшение магнитного момента за последние 3 цикла, начиная с 1981 года. Такая тенденция приводит к выводу, что в ближайшем будущем возможны два сценария развития событий. По одному из них предстоят невысокие циклы активности со значениями чисел Вольфа в максимуме 80-100, по другому – возможен протяженный минимум типа минимума Маундера или Дальтона продолжительностью 50-60 лет. Такие тенденции должны внести свои коррективы в так называемую проблему «глобального потепления», уменьшая темпы потепления. Впрочем, подобные потепления наблюдались в истории человечества неоднократно и они не являются источником возможной глобальной катастрофы.

Что же касается проблемы завершения 23-го цикла активности, то Солнце само дало окончательный ответ. Уже с начала 2010 года начался процесс постоянного роста числа пятен на Солнце 24-го цикла активности, которые определяются по величине магнитной полярности ведущего и ведомого пятна в группе и широтой их образования. На основе анализа годовых сглаженных величин чисел Вольфа было определено, что 23-й цикл закончился в декабре 2008 года, а новый 24-й цикл начался в январе 2009 года.

В период 23-го цикла глобальная переполюсовка общего магнитного поля Солнца произошла в период с июля по декабрь 2000 года. Первый максимум отмечен в апреле 2000 года ($W=120.7$) вследствие повышенной активности северного полушария, второй максимум произошел в ноябре 2001 года ($W=115.6$) как результат повышенной активности южного полушария (статья М.И.Рябова и С.А.Лукашука). В этой же статье отмечено, что активность в северном и южном полушариях развивается не одновременно, и, вследствие этого, основные фазы развития солнечного цикла должны представляться отдельно для каждого полушария.

ПОКРЫТИЯ ЗВЕЗД И ПЛАНЕТ ЛУНОЙ

Ниже приводятся сведения о покрытиях звезд Луной, которые будут доступны наблюдениям в малые астрономические инструменты в трех городах (эфемеридных пунктах) Украины (Одессе, Симферополе и Харькове). Сведения даются только о явлениях (покрытиях или открытиях), происходящих в темное время суток и соответствующих контактам звезд с темным краем лунного диска.

В таблице даны: дата явления, название звезды, ее звездная величина m , возраст Луны в сутках ВЛ, киевское время явления T , позиционный угол P точки края лунного диска, в которой оно произойдет, дифференциальные коэффициенты a и b , позволяющие вычислить момент явления, а также дифференциальные коэффициенты c и d , позволяющие вычислить позиционный угол, для пунктов, удаленных от указанных городов на 300-350 км (до 3° по широте и долготе). Позиционные углы P отсчитываются от северной точки лунного диска против часовой стрелки. Приведены также астрономический азимут звезды A и ее высота над горизонтом h в момент указанного явления для эфемеридного пункта.

Для того, чтобы вычислить момент покрытия или открытия звезды с помощью дифференциальных коэффициентов a и b , следует воспользоваться формулой

$$T' = T + a (\lambda - \lambda_0) + b (\varphi - \varphi_0),$$

где T' – искомый момент времени в пункте наблюдения, T – момент явления в ближайшем эфемеридном пункте, λ и φ – географические координаты пункта наблюдения, а λ_0 и φ_0 – географические координаты эфемеридного пункта. Значения λ , φ , λ_0 и φ_0 выражаются в градусах. Позиционный угол P' в пункте наблюдения может быть найден с помощью дифференциальных коэффициентов c и d по следующей формуле

$$P' = P + c (\lambda - \lambda_0) + d (\varphi - \varphi_0),$$

где P' – позиционный угол контакта в пункте наблюдения, P – позиционный угол для эфемеридного пункта.

Знание позиционного угла P облегчает наблюдение открытий, так как позволяет наблюдателю сосредоточить свое внимание на том месте края лунного диска, где предполагается появление звезды.

Указанная зона действия дифференциальных коэффициентов радиусом 300-350 км для данных эфемеридных пунктов охватывает южный и восточный регионы Украины, а также всю Молдову и Приднестровье.

Покрытий Луной планет, которые можно было бы наблюдать на территории Украины, в 2011 году не будет.

Покрывтия звезд и планет Луной. Одесса.

Дата 2011	Назв. звезды	<i>m</i>	ВЛ д	Явле- ние	<i>T</i> ч м	<i>a</i> м	<i>b</i> м	<i>P</i> о	<i>c</i> о	<i>d</i> о	<i>A</i> о	<i>h</i> о
Январь												
15	ζ Ari	+4.9	10.6	покр.	1.32	+0.0	-1.3	86.9	-0.9	-2.6	+104.3	15.7
16	99 Tau	+6.0	12.4	покр.	19.56	+1.4	+2.1	55.1	+1.6	-2.2	-41.0	62.9
17	1 Gem	+4.2	13.5	покр.	23.17	+1.8	+0.1	74.6	+0.4	-3.4	+34.2	63.7
18	η Gem	+3.3	13.7	покр.	4.26	-0.2	-1.6	111.8	-0.9	-1.2	+106.3	15.7
23	55 Leo	+6.1	18.6	откр.	1.05	+1.8	+1.1	263.8	-0.3	+2.5	-33.3	39.4
24	13B Vir	+5.6	19.6	откр.	1.49	+1.2	+0.1	294.7	+1.1	+2.6	-32.4	33.1
Февраль												
16	81g Gem	+5.0	13.0	покр.	3.31	+0.4	-0.9	64.3	-0.6	-3.4	+98.0	18.2
17	6 Leo	+5.3	14.8	покр.	22.33	+0.8	-2.0	159.2	-2.2	-1.8	-26.6	50.7
20	87 Leo	+5.1	16.9	откр.	2.34	+1.0	-1.5	318.5	+1.8	+1.0	+20.9	38.6
25	ο Sco	+4.6	22.0	откр.	3.49	+1.0	+0.2	309.5	+1.8	+2.0	-30.6	13.5
26	θ Oph	+3.3	23.0	откр.	5.33	+2.0	+1.6	226.2	-1.4	+0.2	-19.8	16.2
Март												
10	61 Ari	+5.2	5.9	покр.	19.36	+1.2	-0.1	57.7	+0.2	-3.7	+77.6	40.9
13	η Gem	+3.3	9.0	покр.	23.53	+1.1	-0.0	45.5	-0.3	-3.7	+96.7	25.3
14	ζ Gem	+3.8	9.9	покр.	19.23	+1.3	-2.6	147.9	-2.1	-1.9	-6.1	64.2
15	3 Cnc	+5.8	10.8	покр.	18.50	+1.1	-2.9	161.8	-2.1	-2.0	-42.8	54.7
18	55 Leo	+6.1	14.0	покр.	21.36	+0.5	-1.8	163.9	-2.2	-1.7	-31.1	40.0
Апрель												
7	A ¹ Tau	+4.5	4.2	покр.	22.26	-0.2	-1.5	100.5	-0.9	-1.7	+110.1	11.4
7	A ² Tau	+6.0	4.2	покр.	22.45	-0.5	-1.8	118.0	-0.6	-0.7	+113.2	8.4
16	87 Leo	+5.1	12.3	покр.	1.10	+2.2	-0.0	58.8	+1.2	-2.9	+41.6	32.1
18	75 Vir	+5.7	14.5	покр.	5.05	+0.7	-1.6	113.9	+0.1	-1.0	+60.9	5.5
22	51 Oph	+4.9	18.3	откр.	1.20	-0.8	-2.4	346.9	+1.8	+2.3	-43.0	7.5
Май												
21	ο Sgr	+3.8	17.7	откр.	2.06	+1.5	+1.8	217.5	-1.4	-0.2	-29.7	16.5
Июнь												
11	75 Vir	+5.7	9.9	покр.	22.26	+1.5	-0.9	107.1	-0.5	-1.5	+20.0	26.0
23	16 Psc	+5.7	21.1	откр.	2.18	+0.2	+2.7	196.7	-1.1	-1.5	-71.4	19.8
Июль												
13	39 Oph	+5.4	11.5	покр.	0.35	+1.6	-1.0	103.0	-0.1	-1.0	+23.8	15.8
18	47 Cap	+6.2	16.5	откр.	0.14	+1.5	+1.0	284.3	+0.7	+2.6	-46.1	22.9
19	κ Aqr	+5.3	17.6	откр.	3.10	--	--	153.3	--	--	-12.8	38.8
25	δ Ari	+4.5	23.6	откр.	1.31	-0.5	+2.0	220.3	-0.3	-0.5	-108.9	9.4
26	A ² Tau	+6.0	24.6	откр.	2.11	+0.2	+0.4	311.5	-1.0	+3.4	-112.1	9.4
Сентябрь												
13	16 Psc	+5.7	14.8	откр.	2.11	+0.9	+1.8	204.3	-2.2	+1.7	+22.1	43.8
18	51 Tau	+5.6	20.7	откр.	23.47	-0.3	+2.2	226.9	-0.8	-0.0	-101.9	18.8
19	κ Tau	+4.4	20.9	откр.	3.31	+2.8	-3.2	325.2	+1.5	+2.9	-56.2	55.6
19	67 Tau	+5.4	20.9	откр.	3.47	+1.9	-0.1	292.5	+0.5	+3.5	-50.7	57.8
Октябрь												
7	47 Cap	+6.2	10.2	покр.	19.19	+1.4	+1.5	67.8	+0.6	-1.4	-39.4	26.2
10	κ Psc	+4.9	12.5	покр.	3.21	+1.2	-4.6	127.2	-0.8	-0.6	+70.2	19.7
31	ξ ² Sgr	+3.5	4.9	покр.	18.54	+1.5	-1.4	102.5	+0.1	-1.2	+37.5	13.8
Ноябрь												
4	51 Aqr	+5.8	9.0	покр.	22.22	+0.7	+0.6	35.2	+1.6	-2.9	+50.1	25.9
Декабрь												
8	40 Ari	+6.0	12.7	покр.	0.33	+1.1	-4.8	138.8	-1.8	-0.6	+66.3	45.0
11	114 Tau	+4.9	15.8	откр.	2.35	+1.5	-0.5	255.0	+0.0	+3.4	+63.4	51.5
15	α Cnc	+4.3	19.7	откр.	0.18	+1.2	+1.8	259.3	-0.7	+2.5	-63.8	38.0
15	κ Cnc	+5.1	19.9	откр.	6.23	+1.9	-0.3	242.9	-0.6	+3.3	+59.6	39.1
19	21 Vir	+5.4	23.9	откр.	5.26	+1.3	-0.1	297.6	+1.2	+2.3	-22.2	31.6

Покрывтия звезд Луной. Симферополь.

Дата 2011	Назв. звезды	<i>m</i>	ВЛ Д	Явле- ние	<i>T</i> Ч М	<i>a</i> М	<i>b</i> М	<i>P</i> О	<i>c</i> О	<i>d</i> О	<i>A</i> О	<i>h</i> О
Январь												
15	ζ Ari	+4.9	10.6	покр.	1.34	-0.0	-1.3	87.8	-1.0	-2.5	+107.2	12.7
16	99 Tau	+6.0	12.4	покр.	19.58	+1.6	+1.7	62.5	+1.4	-2.7	-35.7	65.8
17	1 Gem	+4.2	13.5	покр.	23.23	+1.8	-0.1	76.8	+0.2	-3.5	+44.9	62.7
18	η Gem	+3.3	13.7	покр.	4.28	-0.3	-1.5	111.3	-0.9	-1.3	+109.2	12.7
23	55 Leo	+6.1	18.6	откр.	1.10	+2.0	+1.0	263.9	-0.3	+2.6	-28.4	42.3
24	13B Vir	+5.6	19.6	откр.	1.54	+1.3	-0.1	295.3	+1.1	+2.6	-27.9	36.0
Февраль												
16	81g Gem	+5.0	13.0	покр.	3.34	+0.3	-0.8	63.4	-0.7	-3.4	+101.2	15.2
17	6 Leo	+5.3	14.8	покр.	22.39	+0.8	-2.2	160.0	-2.4	-1.5	-20.0	53.4
20	87 Leo	+5.1	16.9	откр.	2.40	+1.0	-1.6	320.3	+1.8	+0.9	+27.3	38.6
25	ο Sco	+4.6	22.0	откр.	3.52	+1.1	+0.0	310.4	+1.9	+1.9	-27.1	16.2
26	θ Oph	+3.3	23.0	откр.	5.38	+2.1	+1.5	225.4	-1.5	+0.4	-15.7	18.6
Март												
10	61 Ari	+5.2	5.9	покр.	19.40	+1.1	-0.3	60.8	+0.0	-3.7	+82.5	38.1
13	η Gem	+3.3	9.0	покр.	23.56	+1.0	+0.1	44.2	-0.4	-3.6	+100.2	22.2
14	ζ Gem	+3.8	9.9	покр.	19.31	+1.2	-2.9	151.3	-2.3	-1.5	+6.0	65.7
15	3 Cnc	+5.8	10.8	покр.	18.58	+1.0	-3.7	167.3	-2.3	-1.5	-35.8	58.3
18	55 Leo	+6.1	14.0	покр.	21.41	+0.6	-1.9	163.8	-2.4	-1.5	-26.1	42.9
26	4 Sgr	+4.8	21.2	откр.	3.37	--	--	354.3	--	--	-27.2	16.6
Апрель												
7	A ¹ Tau	+4.5	4.2	покр.	22.27	-0.3	-1.4	100.7	-0.9	-1.8	+112.8	8.5
7	A ² Tau	+6.0	4.2	покр.	22.46	-0.6	-1.7	118.2	-0.5	-0.7	+115.8	5.5
16	87 Leo	+5.1	12.3	покр.	1.17	+2.1	+0.0	56.4	+1.2	-3.0	+47.5	30.7
22	51 Oph	+4.9	18.3	откр.	1.21	-0.8	-2.8	347.8	+2.0	+2.1	-40.2	10.4
Май												
21	ο Sgr	+3.8	17.7	откр.	2.09	+1.6	+1.9	215.0	-1.7	-0.1	-26.3	19.2
Июнь												
11	75 Vir	+5.7	9.9	покр.	22.32	+1.6	-1.0	106.6	-0.4	-1.5	+25.5	26.1
23	16 Psc	+5.7	21.1	откр.	2.15	+0.1	+2.9	190.7	-1.3	-1.7	-70.0	21.9
Июль												
13	39 Oph	+5.4	11.5	покр.	0.42	+1.7	-1.2	108.2	-0.2	-1.0	+28.6	15.6
18	47 Cap	+6.2	16.5	откр.	0.17	+1.7	+1.0	279.1	+0.6	+2.5	-42.5	26.1
25	δ Ari	+4.5	23.6	откр.	1.26	-0.5	+2.1	214.4	-0.3	-0.8	-107.7	10.3
26	A ² Tau	+6.0	24.6	откр.	2.11	+0.2	+0.6	303.3	-1.0	+3.4	-110.2	11.0
Сентябрь												
13	16 Psc	+5.7	14.8	откр.	2.10	+0.6	+2.4	193.5	-2.4	+1.4	+27.0	44.2
18	51 Tau	+5.6	20.7	откр.	23.42	-0.4	+2.4	219.4	-0.9	-0.4	-101.0	20.0
19	κ Tau	+4.4	20.9	откр.	3.43	+2.4	-1.6	311.2	+1.3	+3.2	-49.4	60.1
19	67 Tau	+5.4	20.9	откр.	3.53	+2.0	+0.1	284.2	+0.2	+3.5	-45.1	61.4
Октябрь												
7	47 Cap	+6.2	10.2	покр.	19.22	+1.6	+1.4	72.3	+0.5	-1.7	-35.9	29.1
10	κ Psc	+4.9	12.6	покр.	3.35	--	--	148.1	--	--	+76.1	15.5
10	κ Psc	+4.9	12.6	откр.	3.44	--	--	163.6	--	--	+77.8	13.9
31	ξ ² Sgr	+3.5	4.9	покр.	19.02	+1.6	-1.9	111.6	-0.1	-1.0	+42.1	12.6
Ноябрь												
4	51 Aqr	+5.8	9.0	покр.	22.24	+0.7	+0.3	43.8	+1.4	-3.1	+54.1	24.7
6	19 Psc	+5.3	10.8	покр.	17.21	-0.4	+4.0	355.0	+1.8	+2.1	-59.1	31.9
Декабрь												
8	40 Ari	+6.0	12.7	покр.	0.44	+0.7	-6.6	148.1	-1.8	+0.1	+73.5	41.4
11	114 Tau	+4.9	15.8	откр.	2.41	+1.5	-0.6	253.5	+0.1	+3.4	+70.2	49.0
15	α Cnc	+4.3	19.7	откр.	0.20	+1.4	+2.0	254.3	-0.9	+2.4	-61.3	41.0
15	κ Cnc	+5.1	19.9	откр.	6.30	+1.7	-0.5	245.2	-0.4	+3.4	+65.5	36.7
19	21 Vir	+5.4	23.9	откр.	5.31	+1.4	-0.3	298.7	+1.3	+2.2	-17.3	34.2

Покрывтия звезд Луной. Харьков.

Дата 2011	Назв. звезды	<i>m</i>	ВЛ д	Явле- ние	<i>T</i> ч м	<i>a</i> м	<i>b</i> м	<i>P</i> о	<i>c</i> о	<i>d</i> о	<i>A</i> о	<i>h</i> о
Январь												
15	ζ Ari	+4.9	10.6	покр.	1.28	+0.1	-1.1	73.1	-0.9	-2.9	+106.5	13.8
16	99 Tau	+6.0	12.4	покр.	20.12	+1.4	+2.6	43.3	+1.8	-1.9	-19.5	63.1
17	1 Gem	+4.2	13.5	покр.	23.28	+1.8	+0.7	56.4	+0.9	-3.3	+44.1	57.5
18	η Gem	+3.3	13.7	покр.	4.20	-0.2	-1.5	101.3	-0.9	-1.5	+108.2	14.2
18	36 Gem	+5.2	14.2	покр.	17.03	-1.4	+6.1	19.6	+0.5	+1.8	-99.7	20.6
23	55 Leo	+6.1	18.6	откр.	1.16	+1.4	+0.2	282.5	+0.5	+2.5	-21.8	38.8
24	13B Vir	+5.6	19.6	откр.	1.55	+1.0	-0.4	310.5	+1.5	+2.2	-23.5	32.2
Февраль												
16	81g Gem	+5.0	13.0	покр.	3.30	+0.5	-0.6	49.8	-0.5	-3.6	+100.8	15.2
17	6 Leo	+5.3	14.7	покр.	22.32	+1.0	-1.2	140.7	-1.7	-2.2	-17.1	48.8
20	87 Leo	+5.1	16.9	откр.	2.34	+0.8	-1.7	331.3	+1.9	+0.2	+26.3	33.9
25	ο Sco	+4.6	22.0	откр.	3.54	+0.9	-0.1	321.7	+1.9	+1.7	-24.1	12.5
26	θ Oph	+3.3	23.1	откр.	5.48	+1.7	+0.9	233.9	-1.2	+0.5	-11.1	14.4
Март												
10	61 Ari	+5.2	5.9	покр.	19.42	+1.1	+0.4	41.0	+0.4	-3.6	+80.9	35.6
14	ζ Gem	+3.8	9.9	покр.	19.23	+1.3	-1.6	130.3	-1.6	-2.4	+5.2	60.7
15	3 Cnc	+5.8	10.8	покр.	18.49	+1.2	-1.4	142.3	-1.6	-2.6	-31.8	54.1
18	55 Leo	+6.1	13.9	покр.	21.35	+0.8	-1.0	145.1	-1.8	-2.1	-23.2	38.5
Апрель												
7	A ¹ Tau	+4.5	4.2	покр.	22.20	-0.2	-1.3	87.8	-0.9	-2.1	+112.3	10.2
7	A ² Tau	+6.0	4.2	покр.	22.37	-0.4	-1.5	105.0	-0.7	-1.2	+115.2	7.7
13	6 Leo	+5.3	10.1	покр.	20.00	+1.9	+0.9	78.6	+0.5	-2.6	-15.8	48.9
Май												
11	19 Sex	+5.9	8.6	покр.	23.28	-0.6	-3.6	189.3	-1.2	+2.8	+68.4	22.9
21	ο Sgr	+3.8	17.7	откр.	2.20	+1.4	+1.3	222.1	-1.4	+0.1	-21.0	15.9
Июнь												
11	75 Vir	+5.7	9.9	покр.	22.31	+1.4	-0.9	99.1	-0.1	-1.4	+26.3	21.0
23	16 Psc	+5.7	21.1	откр.	2.29	+0.3	+2.6	197.0	-1.3	-1.5	-63.2	23.5
Июль												
13	39 Oph	+5.4	11.5	покр.	0.39	+1.4	-1.1	102.0	+0.1	-0.9	+29.3	10.7
18	47 Cap	+6.2	16.5	откр.	0.26	+1.7	+0.9	284.4	+0.7	+2.3	-36.8	24.1
25	δ Ari	+4.5	23.6	откр.	1.36	-0.4	+2.1	221.2	-0.5	-0.7	-103.4	14.6
26	A ² Tau	+6.0	24.6	откр.	2.15	+0.4	+0.5	312.8	-0.7	+3.5	-107.0	14.6
Сентябрь												
13	16 Psc	+5.7	14.8	откр.	2.21	+0.8	+1.3	207.7	-1.9	+2.1	+31.0	38.2
18	51 Tau	+5.6	20.7	откр.	23.53	-0.1	+2.3	228.3	-1.0	-0.0	-95.5	24.1
19	67 Tau	+5.4	20.9	откр.	3.56	+1.9	-0.8	300.4	+0.9	+3.2	-34.7	58.8
Октябрь												
7	47 Cap	+6.2	10.2	покр.	19.32	+1.4	+1.3	68.0	+0.6	-1.3	-29.5	26.6
10	κ Psc	+4.9	12.5	покр.	3.14	+0.7	-2.8	111.1	-0.4	-1.3	+72.2	16.1
31	33 Sgr	+5.8	4.8	покр.	16.51	+1.7	-0.6	97.7	-0.1	-1.1	+14.4	17.6
31	ξ ² Sgr	+3.5	4.9	покр.	18.56	+1.2	-1.5	101.3	+0.3	-1.1	+42.1	8.5
Ноябрь												
4	51 Aqr	+5.8	9.0	покр.	22.27	+0.4	+0.6	29.3	+1.4	-3.0	+55.1	20.2
13	114 Tau	+4.9	17.8	откр.	18.19	+0.1	+0.3	317.6	-1.1	+3.2	-118.0	5.4
20	55 Leo	+6.1	24.1	откр.	1.14	+0.2	+0.3	310.2	+0.2	+3.6	-83.4	6.5
21	13B Vir	+5.6	25.2	откр.	2.25	+0.6	+3.8	232.9	-0.2	+0.2	-75.5	5.0
Декабрь												
8	40 Ari	+6.0	12.7	покр.	0.27	+1.0	-2.8	119.4	-1.3	-1.5	+67.2	41.1
9	51 Tau	+5.6	14.4	покр.	16.45	-0.4	+2.3	40.9	+0.6	+0.7	-103.8	16.8
11	114 Tau	+4.9	15.8	откр.	2.40	+1.1	-1.2	269.8	+0.6	+2.9	+66.8	46.1
15	α Cnc	+4.3	19.7	откр.	0.30	+1.3	+1.0	274.7	-0.1	+3.0	-52.6	40.9
15	κ Cnc	+5.1	19.9	откр.	6.28	+1.1	-1.2	259.3	+0.0	+2.9	+64.0	33.4
19	21 Vir	+5.4	23.9	откр.	5.31	+1.1	-0.5	312.0	+1.6	+1.8	-13.8	29.7
28	46 Cap	+5.3	3.9	покр.	18.43	+3.0	-9.0	141.3	-0.8	+0.5	+58.5	13.0

БОЛЬШИЕ ПЛАНЕТЫ

ХАРАКТЕРИСТИКИ БОЛЬШИХ ПЛАНЕТ

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

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВИДИМОСТИ ПЛАНЕТ (ДЛЯ ОДЕССЫ)

Дата 2011	Меркурий ч м	Венера ч м	Марс ч м	Юпитер ч м	Сатурн ч м	Уран ч м	Нептун ч м
Янв. 1	01 00 у	03 12 у	--	05 53 вн	06 23 ну	05 56 вн	03 15 в
17	00 42 у	02 48 у	--	04 46 в	07 24 ну	04 38 в	01 57 в
Февр. 2	--	02 12 у	--	03 38 в	08 13 ну	03 17 в	00 36 в
18	--	01 34 у	--	02 30 в	08 56 ну	01 56 в	--
Март 6	00 05 в	01 02 у	--	01 24 в	09 36 ну	00 35 в	--
22	01 07 в	00 39 у	--	00 19 в	10 13 ну	--	00 25 у
Апр. 7	--	00 23 у	--	--	09 38 н	--	00 54 у
23	--	00 14 у	--	--	08 44 н	00 18 у	01 25 у
Май 9	00 02 у	00 09 у	--	00 07 у	07 34 вн	00 52 у	02 00 у
25	--	00 07 у	00 15 у	00 41 у	06 07 вн	01 32 у	02 41 у
Июнь 10	--	00 08 у	00 37 у	01 24 у	04 47 в	02 23 у	03 36 у
26	00 21 в	00 07 у	01 08 у	02 21 у	03 39 в	03 30 у	04 40 у
Июль 12	00 31 в	00 00 у	01 45 у	03 30 у	02 39 в	04 44 у	05 55 ну
28	00 02 в	--	02 26 у	04 51 у	01 56 в	06 07 у	07 18 ну
Авг. 13	--	--	03 06 у	06 13 у	01 21 в	07 33 ну	08 21 н
29	00 44 у	--	03 42 у	07 37 ну	00 52 в	08 59 ну	09 14 н
Сент. 14	00 34 у	--	04 16 у	09 02 ну	00 25 в	10 08 н	08 53 вн
30	--	--	04 49 у	10 29 ну	00 00 в	11 01 н	08 20 вн
Окт. 16	--	00 00 в	05 23 у	11 52 н	--	10 45 вн	07 46 вн
Нояб. 1	00 00 в	00 14 в	06 01 у	12 40 н	00 52 у	10 05 вн	07 08 вн
17	00 17 в	00 34 в	06 42 у	12 07 вн	02 07 у	09 18 вн	06 20 вн
Дек. 3	--	01 04 в	07 26 ну	11 06 вн	03 20 у	08 24 вн	05 27 вн
19	01 09 у	01 39 в	08 11 ну	09 58 вн	04 29 у	07 20 вн	04 25 в
35	00 09 у	02 12 в	08 56 ну	08 44 вн	05 31 ну	06 03 вн	03 13 в

(в - вечерняя видимость, н - ночная видимость, у - утренняя видимость)

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

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

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

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

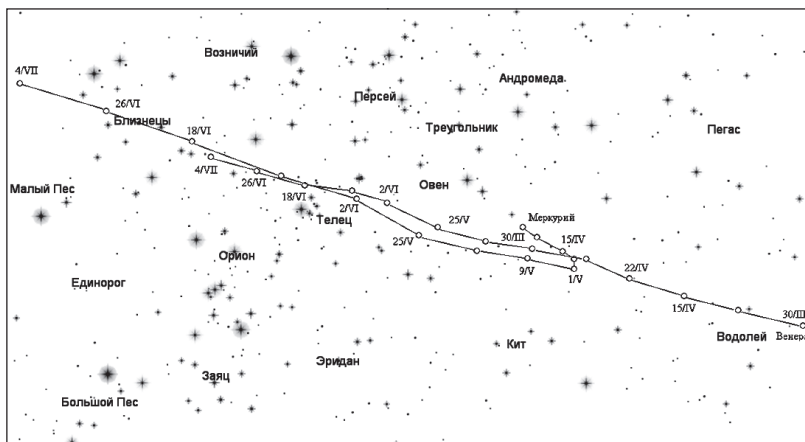
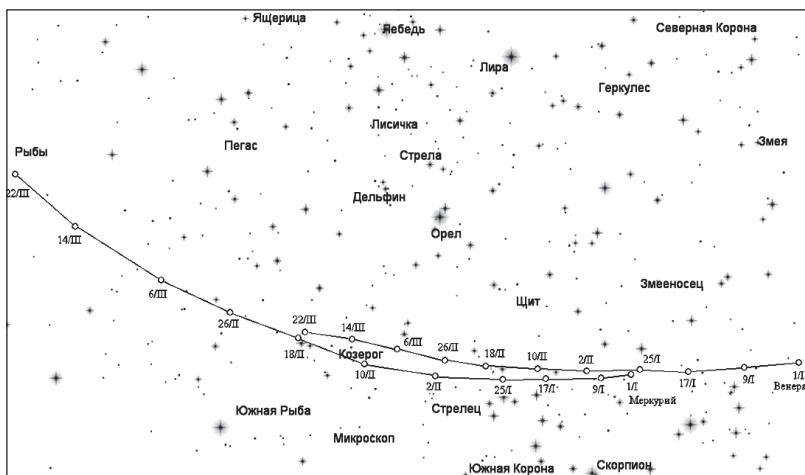
При интерполировании эфемеридных данных следует учитывать, что у верхних планет – Марса, Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна на протяжении 16 суток может быть 17 интервалов между последовательными одноименными явлениями, так как эти интервалы несколько меньше 24 часов.

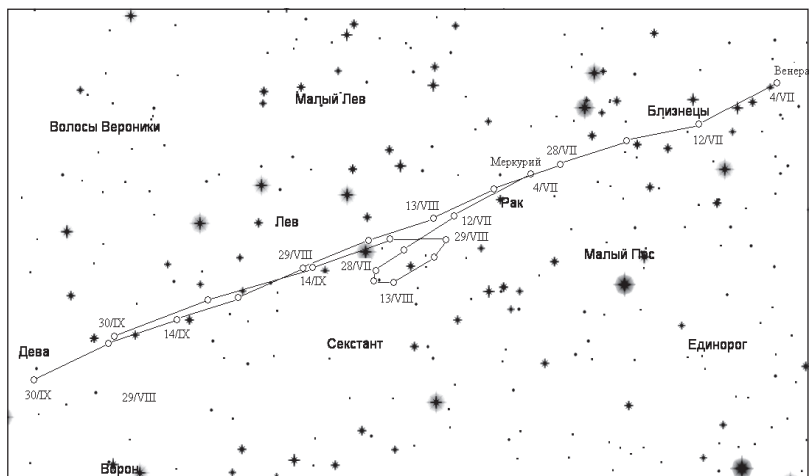
Продолжительность видимости ярких планет Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна дается по отношению к гражданским сумеркам, а Урана и Нептуна (невидимых невооруженным глазом) – по отношению к навигационным сумеркам.

На картах видимого пути планет отмечено положение планет на 0ч всемирного времени соответствующей даты с интервалами: через 4 суток для Меркурия, через 8 суток для Венеры и Марса, через 16 суток для остальных планет.

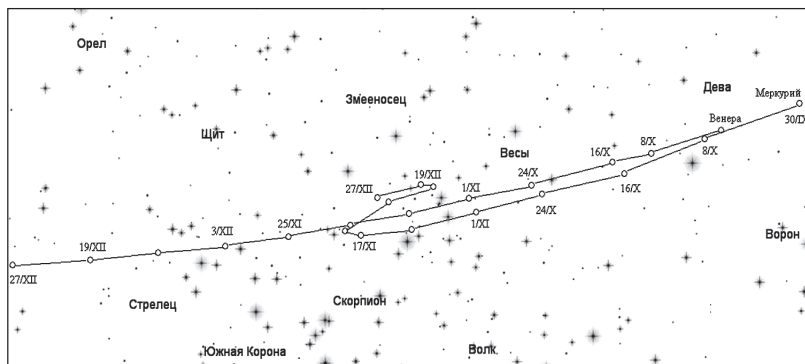
МЕРКУРИЙ

Дата 2011	Для Одессы				В 0ч всемирного времени					
	t_B	t_K	t_3	τ	Блеск	Фаза	d	α	δ	
	ч м	ч м	ч м	ч м	m		"	ч м с	° '	
Утренняя видимость										
Янв.	1	05 59	10 31	15 03	01 00	+0.2	0.38	08	17 16 37	-20 12.5
	5	05 55	10 24	14 53	01 04	-0.1	0.52	07	17 24 34	-20 49.0
	9	05 58	10 23	14 48	01 00	-0.2	0.62	07	17 38 48	-21 33.9
	13	06 04	10 26	14 48	00 53	-0.3	0.70	06	17 57 11	-22 15.9
	17	06 13	10 32	14 51	00 43	-0.3	0.77	06	18 18 20	-22 47.8
	21	06 21	10 39	14 57	00 31	-0.3	0.81	06	18 41 22	-23 05.1
	25	06 30	10 48	15 06	00 20	-0.3	0.85	05	19 05 42	-23 05.1
	29	06 38	10 57	15 17	00 08	-0.4	0.88	05	19 30 58	-22 45.8
Вечерняя видимость										
Март	6	06 51	12 40	18 30	00 06	-1.5	0.96	05	23 34 38	-03 49.2
	10	06 46	12 51	18 57	00 27	-1.4	0.89	05	00 01 45	-00 10.4
	14	06 41	13 00	19 22	00 47	-1.1	0.79	06	00 27 23	+03 26.8
	18	06 33	13 07	19 42	01 01	-0.8	0.64	06	00 50 06	+06 47.2
	22	06 23	13 08	19 55	01 08	-0.3	0.48	07	01 08 12	+09 33.1
	26	06 11	13 04	19 57	01 05	+0.4	0.31	08	01 20 10	+11 29.5
	30	06 56	13 52	20 48	00 50	+1.4	0.17	09	01 25 10	+12 26.7
Вечерняя видимость										
Апр.	3	06 38	13 33	20 28	00 25	+2.9	0.07	10	01 23 12	+12 18.5
Утренняя видимость										
Май	5	04 55	11 17	17 39	00 02	+0.7	0.37	09	01 10 30	+04 21.3
	9	04 49	11 16	17 44	00 02	+0.5	0.44	08	01 24 36	+05 32.7
	13	04 43	11 17	17 52	00 02	+0.3	0.51	07	01 41 25	+07 09.4
Вечерняя видимость										
Июнь	22	05 45	13 48	21 50	00 09	-1.3	0.91	05	06 47 35	+24 49.3
	26	06 09	14 06	22 02	00 21	-0.9	0.84	06	07 22 04	+24 03.2
	30	06 32	14 21	22 10	00 29	-0.6	0.77	06	07 53 32	+22 46.0
Вечерняя видимость										
Июль	4	06 53	14 34	22 12	00 32	-0.3	0.70	06	08 21 48	+21 05.9
	8	07 13	14 42	22 10	00 32	-0.1	0.63	06	08 46 51	+19 10.4
	12	07 29	14 48	22 05	00 30	+0.1	0.57	07	09 08 45	+17 06.1
	16	07 42	14 51	21 58	00 26	+0.3	0.51	07	09 27 31	+14 59.1
	20	07 51	14 50	21 47	00 19	+0.5	0.45	08	09 43 04	+12 55.0
	24	07 56	14 46	21 34	00 11	+0.7	0.38	08	09 55 10	+10 59.7
Утренняя видимость										
Авг.	25	05 09	12 05	19 02	00 18	+2.2	0.11	10	09 21 57	+12 27.0
	29	04 50	11 52	18 55	00 43	+0.9	0.23	09	09 23 31	+13 36.2
Утренняя видимость										
Сент.	2	04 43	11 47	18 52	00 55	+0.1	0.39	08	09 33 27	+14 01.9
	6	04 47	11 50	18 52	00 57	-0.6	0.57	07	09 50 59	+13 35.2
	10	05 01	11 57	18 53	00 48	-1.0	0.73	06	10 14 10	+12 15.3
	14	05 21	12 08	18 54	00 33	-1.2	0.85	06	10 40 39	+10 09.4
	18	05 45	12 20	18 54	00 15	-1.4	0.93	05	11 08 20	+07 30.6
Вечерняя видимость										
Нояб.	5	08 47	13 04	17 20	00 04	-0.3	0.80	06	16 01 39	-23 06.8
	9	08 59	13 10	17 20	00 09	-0.3	0.74	06	16 23 24	-24 13.9
	13	09 07	13 14	17 20	00 13	-0.3	0.66	06	16 43 30	-24 59.3
	17	09 10	13 14	17 19	00 16	-0.2	0.57	07	17 00 36	-25 20.8
	21	09 05	13 10	17 15	00 16	+0.1	0.44	08	17 12 34	-25 15.6
	25	08 48	12 56	17 05	00 09	+0.6	0.28	09	17 16 21	-24 39.5
Утренняя видимость										
Дек.	11	06 09	10 50	15 31	00 38	+1.3	0.17	09	16 13 13	-18 26.9
	15	05 50	10 32	15 14	01 01	+0.2	0.35	08	16 09 53	-18 09.9
	19	05 44	10 24	15 03	01 09	-0.2	0.51	07	16 16 39	-18 41.9
	23	05 48	10 23	14 57	01 08	-0.4	0.63	07	16 30 25	-19 40.5
	27	05 56	10 26	14 54	01 01	-0.4	0.72	06	16 48 43	-20 47.7
	31	06 07	10 31	14 55	00 51	-0.4	0.79	06	17 09 57	-21 52.1





Видимый путь Меркурия и Венеры в июле-сентябре 2011 года



Видимый путь Меркурия и Венеры в октябре-декабре 2011 года

ВЕНЕРА

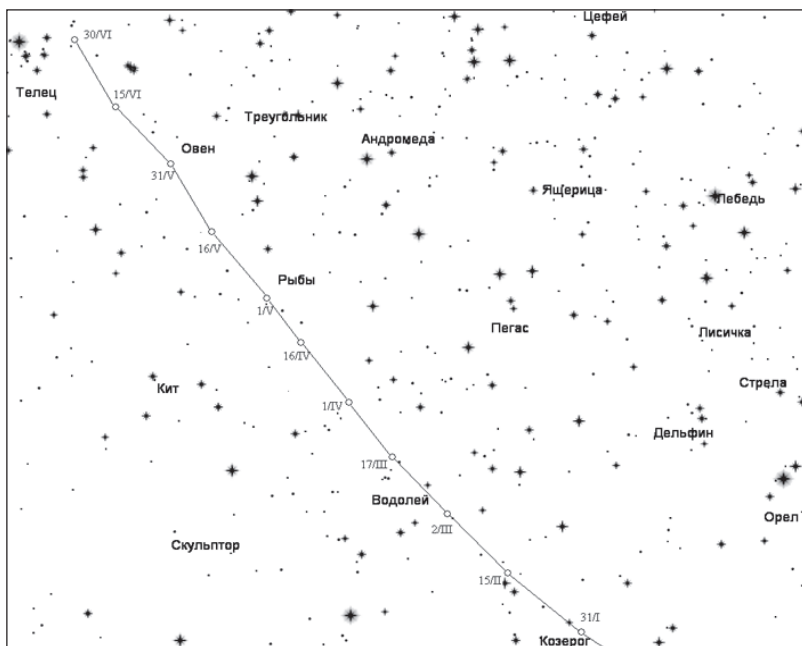
Дата 2011	Для Одессы				В 0ч всемирного времени				
	t_B	t_K	t_3	τ	Блеск	Фаза	d	α	δ
	ч м	ч м	ч м	ч м	m		"	ч м с	° '
Утренняя видимость									
Янв.	1	03 47	08 44	13 40	03 11	-4.5	0.46	27 15 28 20	-15 16.6
	9	03 56	08 44	13 32	03 02	-4.5	0.50	25 16 00 30	-17 03.0
	17	04 07	08 47	13 27	02 48	-4.4	0.54	23 16 34 55	-18 39.4
	25	04 18	08 52	13 26	02 32	-4.3	0.58	21 17 11 15	-19 57.0
Утренняя видимость									
Февр.	2	04 29	08 59	13 28	02 13	-4.2	0.62	19 17 49 09	-20 48.5
	10	04 38	09 06	13 34	01 54	-4.1	0.65	18 18 28 08	-21 08.3
	18	04 45	09 14	13 44	01 36	-4.1	0.68	17 19 07 46	-20 53.0
	26	04 49	09 22	13 57	01 19	-4.0	0.70	16 19 47 35	-20 01.1
Утренняя видимость									
Март	6	04 49	09 31	14 12	01 04	-3.9	0.73	15 20 27 11	-18 33.0
	14	04 47	09 38	14 30	00 51	-3.9	0.75	15 21 06 12	-16 31.3
	22	04 42	09 45	14 48	00 41	-3.8	0.78	14 21 44 27	-13 59.6
	30	05 34	10 51	16 08	00 32	-3.8	0.80	13 22 21 55	-11 02.5
Утренняя видимость									
Апр.	7	05 25	10 56	16 27	00 25	-3.8	0.82	13 22 58 39	-07 45.3
	15	05 15	11 00	16 47	00 20	-3.7	0.84	12 23 34 48	-04 13.7
	23	05 03	11 05	17 07	00 16	-3.7	0.86	12 00 10 36	-00 33.1
Утренняя видимость									
Май	1	04 52	11 09	17 27	00 13	-3.7	0.88	12 00 46 22	+03 10.7
	9	04 40	11 13	17 47	00 11	-3.7	0.89	11 01 22 22	+06 52.1
	17	04 30	11 18	18 08	00 09	-3.6	0.91	11 01 58 55	+10 25.0
	25	04 21	11 24	18 29	00 09	-3.6	0.92	11 02 36 17	+13 43.8
Утренняя видимость									
Июнь	2	04 13	11 31	18 50	00 08	-3.6	0.94	11 03 14 41	+16 42.4
	10	04 09	11 39	19 11	00 08	-3.6	0.95	10 03 54 14	+19 14.6
	18	04 07	11 48	19 30	00 08	-3.6	0.96	10 04 34 55	+21 14.9
	26	04 10	11 59	19 48	00 07	-3.7	0.97	10 05 16 38	+22 38.1
Утренняя видимость									
Июль	4	04 17	12 10	20 02	00 04	-3.7	0.98	10 05 59 03	+23 20.2
	12	04 28	12 21	20 13	00 00	-3.7	0.99	10 06 41 46	+23 18.8
Вечерняя видимость									
Окт.	16	08 42	13 45	18 47	00 00	-3.7	0.96	10 14 24 40	-13 54.7
	24	09 05	13 52	18 39	00 05	-3.7	0.95	10 15 03 40	-17 12.5
Вечерняя видимость									
Нояб.	1	08 28	13 01	17 34	00 12	-3.7	0.94	11 15 43 58	-20 02.0
	9	08 50	13 11	17 33	00 21	-3.7	0.93	11 16 25 33	-22 16.6
	17	09 09	13 23	17 36	00 33	-3.7	0.92	11 17 08 14	-23 50.6
	25	09 26	13 35	17 43	00 47	-3.7	0.90	11 17 51 41	-24 39.5
Вечерняя видимость									
Дек.	3	09 38	13 47	17 56	01 03	-3.7	0.89	12 18 35 22	-24 40.8
	11	09 45	13 59	18 12	01 21	-3.7	0.87	12 19 18 42	-23 54.3
	19	09 47	14 09	18 32	01 39	-3.7	0.86	12 20 01 10	-22 22.1
	27	09 45	14 19	18 53	01 57	-3.8	0.84	13 20 42 22	-20 08.3

Наибольшая западная элонгация: 8 января 46°57'
Верхнее соединение: 16 августа

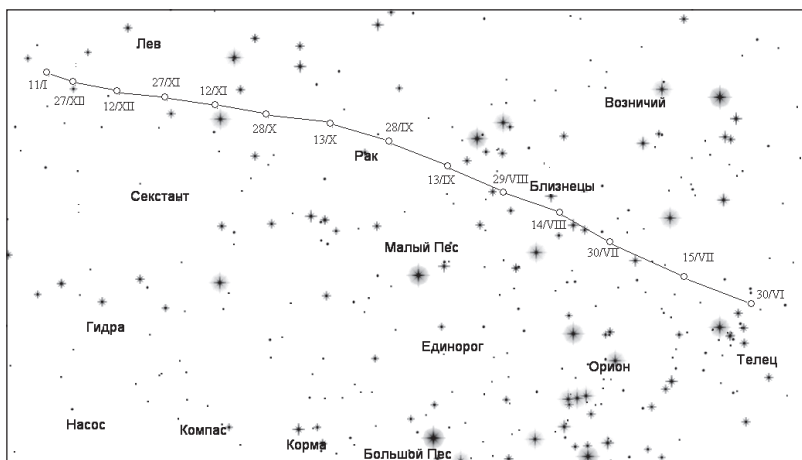
МАРС

Дата 2011	Для Одессы				В 0ч всемирного времени					
	t_B	t_K	t_3	τ	Блеск	Фаза	d	α	δ	
	ч м	ч м	ч м	ч м	m		"	ч м с	ψ	'
Янв.	1	08 18	12 35	16 52	-	+1.2	1.00	04	19 20 11	-23 09.6
	9	08 08	12 30	16 53	-	+1.2	1.00	04	19 46 48	-22 12.7
	17	07 57	12 25	16 54	-	+1.2	1.00	04	20 13 08	-20 59.7
	25	07 43	12 20	16 56	-	+1.1	1.00	04	20 39 08	-19 31.7
Февр.	2	07 29	12 14	16 59	-	+1.1	1.00	04	21 04 43	-17 50.0
	10	07 13	12 07	17 01	-	+1.1	1.00	04	21 29 52	-15 56.0
	18	06 57	12 00	17 04	-	+1.1	1.00	04	21 54 34	-13 51.6
	26	06 40	11 53	17 07	-	+1.1	1.00	04	22 18 49	-11 38.2
Март	6	06 22	11 45	17 10	-	+1.1	1.00	04	22 42 41	-09 17.8
	14	06 03	11 37	17 12	-	+1.2	1.00	04	23 06 11	-06 52.1
	22	05 44	11 29	17 14	-	+1.2	1.00	04	23 29 23	-04 22.9
	30	06 25	12 20	18 16	-	+1.2	0.99	04	23 52 21	-01 51.8
Апр.	7	06 06	12 12	18 18	-	+1.2	0.99	04	00 15 09	+00 39.5
	15	05 46	12 03	18 20	-	+1.2	0.99	04	00 37 51	+03 09.3
	23	05 27	11 54	18 22	-	+1.2	0.99	04	01 00 31	+05 36.1
Май	Утренняя видимость									
	1	05 08	11 45	18 23	-	+1.3	0.99	04	01 23 13	+07 58.5
	9	04 49	11 36	18 24 00 00		+1.3	0.99	04	01 46 00	+10 15.0
	17	04 31	11 28	18 25 00 08		+1.3	0.98	04	02 08 54	+12 24.2
Июнь	25	04 13	11 19	18 26 00 16		+1.3	0.98	04	02 31 58	+14 25.0
	Утренняя видимость									
	2	03 56	11 11	18 27 00 26		+1.3	0.98	04	02 55 13	+16 16.2
	10	03 40	11 03	18 27 00 37		+1.4	0.97	04	03 18 38	+17 56.7
Июль	18	03 24	10 55	18 26 00 51		+1.4	0.97	04	03 42 14	+19 25.6
	26	03 09	10 47	18 25 01 07		+1.4	0.97	04	04 05 58	+20 42.3
	Утренняя видимость									
	4	02 56	10 39	18 23 01 25		+1.4	0.96	04	04 29 48	+21 46.0
Авг.	12	02 44	10 32	18 20 01 44		+1.4	0.96	04	04 53 40	+22 36.3
	20	02 33	10 24	18 15 02 05		+1.4	0.96	04	05 17 29	+23 13.2
	28	02 23	10 16	18 10 02 25		+1.4	0.95	04	05 41 12	+23 36.5
	Утренняя видимость									
Авг.	5	02 14	10 08	18 03 02 45		+1.4	0.95	04	06 04 43	+23 46.6
	13	02 05	10 00	17 54 03 04		+1.4	0.94	04	06 27 55	+23 43.7
	21	01 58	09 51	17 44 03 23		+1.4	0.94	05	06 50 46	+23 28.7
	29	01 52	09 42	17 32 03 41		+1.4	0.94	05	07 13 10	+23 02.1
Сент.	Утренняя видимость									
	6	01 45	09 32	17 19 03 58		+1.4	0.93	05	07 35 03	+22 25.0
	14	01 40	09 22	17 04 04 15		+1.4	0.93	05	07 56 22	+21 38.5
	22	01 34	09 11	16 48 04 31		+1.4	0.92	05	08 17 05	+20 43.5
Окт.	30	01 28	09 00	16 31 04 48		+1.4	0.92	05	08 37 08	+19 41.5
	Утренняя видимость									
	8	01 21	08 48	16 13 05 05		+1.3	0.91	05	08 56 30	+18 33.6
	16	01 14	08 35	15 54 05 22		+1.3	0.91	05	09 15 10	+17 21.1
Нояб.	24	01 07	08 21	15 35 05 40		+1.2	0.91	06	09 33 07	+16 05.5
	Ночная, Утренняя видимость									
	1	23 58	07 07	14 14 06 00		+1.1	0.90	06	09 50 17	+14 47.9
	9	23 49	06 52	13 53 06 20		+1.1	0.90	06	10 06 38	+13 30.1
Дек.	17	23 38	06 35	13 31 06 41		+1.0	0.90	06	10 22 08	+12 13.1
	25	23 27	06 19	13 08 07 03		+0.9	0.90	07	10 36 43	+10 58.8
	Ночная, Утренняя видимость									
	3	23 14	06 01	12 45 07 25		+0.8	0.90	07	10 50 15	+09 48.6
Дек.	11	22 59	05 41	12 21 07 48		+0.7	0.90	08	11 02 38	+08 44.3
	19	22 43	05 21	11 57 08 10		+0.5	0.90	08	11 13 42	+07 47.7
	27	22 24	04 59	11 31 08 33		+0.4	0.91	09	11 23 14	+07 00.7
	35	22 02	04 35	11 05 08 56		+0.2	0.92	09	11 30 57	+06 25.6

Верхнее соединение: 4 февраля



Видимый путь Марса в январе-июне 2011 года

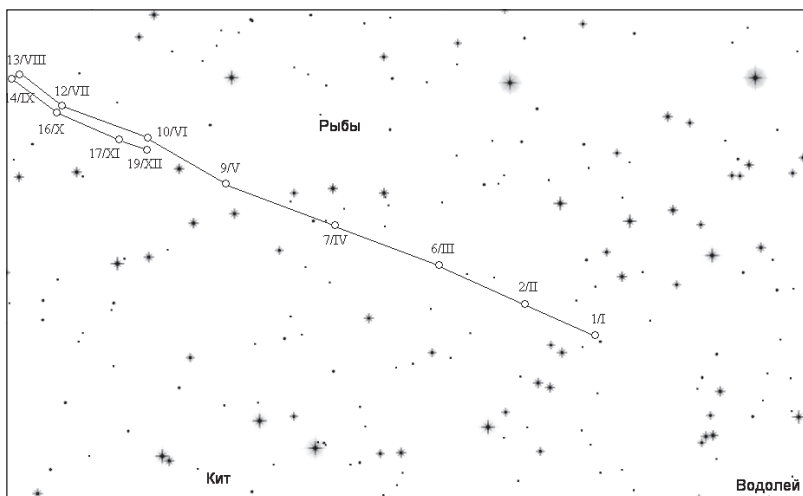


Видимый путь Марса в июле-декабре 2011 года

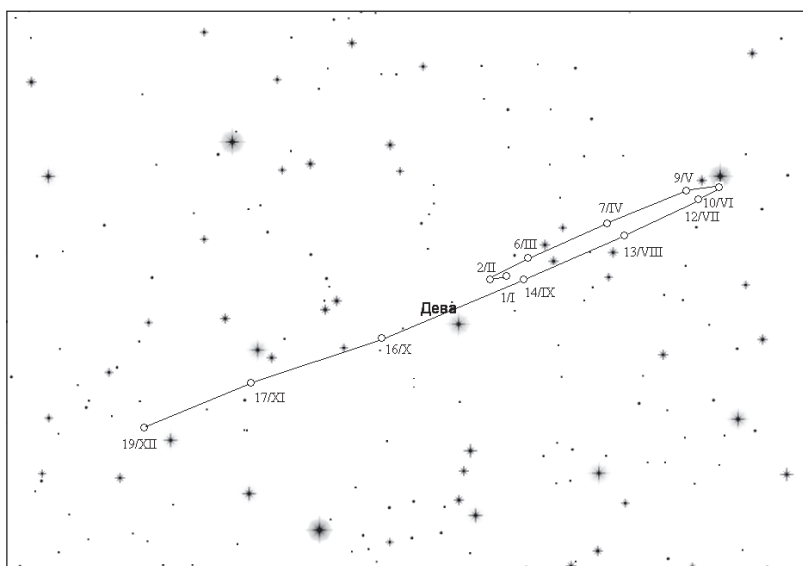
ЮПИТЕР

Дата 2011	Для Одессы				В 0ч всемирного времени				
	t_v ч м	t_k ч м	t_z ч м	τ ч м	Блеск m	Фаза	d "	α ч м с	δ ° '
Вечерняя, Ночная видимость									
Янв.	1	11 11	17 02	22 55 05 54	-2.2	0.99	39	23 49 21	-02 32.0
	17	10 12	16 09	22 05 04 47	-2.1	0.99	37	23 58 14	-01 30.6
Вечерняя видимость									
Февр.	2	09 15	15 16	21 18 03 39	-2.0	0.99	36	00 09 00	-00 17.6
	18	08 18	14 26	20 33 02 32	-2.0	1.00	34	00 21 13	+01 04.0
Вечерняя видимость									
Март	6	07 23	13 36	19 49 01 25	-2.0	1.00	34	00 34 28	+02 31.0
	22	06 27	12 47	19 07 00 20	-2.0	1.00	33	00 48 23	+04 00.8
Апр.	7	06 32	12 58	19 24 -	-2.1	1.00	33	01 02 40	+05 30.6
	23	05 37	12 10	18 42 -	-2.0	1.00	33	01 17 01	+06 58.3
Утренняя видимость									
Май	9	04 42	11 21	17 59 00 09	-2.0	1.00	34	01 31 08	+08 21.6
	25	03 47	10 31	17 15 00 42	-2.0	1.00	34	01 44 43	+09 38.6
Утренняя видимость									
Июнь	10	02 52	09 41	16 30 01 25	-2.0	0.99	35	01 57 26	+10 47.6
	26	01 56	08 49	15 43 02 21	-2.0	0.99	37	02 08 55	+11 46.8
Утренняя видимость									
Июль	12	01 00	07 56	14 53 03 29	-2.1	0.99	38	02 18 44	+12 34.7
	28	00 02	07 01	14 00 04 46	-2.2	0.99	40	02 26 26	+13 09.9
Ночная, Утренняя видимость									
Авг.	13	22 58	06 03	13 04 06 12	-2.3	0.99	42	02 31 29	+13 31.1
	29	21 57	05 02	12 04 07 36	-2.5	0.99	44	02 33 29	+13 37.1
Ночная, Утренняя видимость									
Сент.	14	20 53	03 58	10 59 09 01	-2.6	0.99	46	02 32 11	+13 27.4
	30	19 48	02 51	09 50 10 27	-2.7	1.00	48	02 27 41	+13 03.0
Ночная видимость									
Окт.	16	18 41	01 41	08 37 11 49	-2.9	1.00	49	02 20 41	+12 27.0
	Вечерняя, Ночная видимость								
Нояб.	1	16 33	23 25	06 23 12 37	-2.9	1.00	50	02 12 25	+11 45.4
	17	15 25	22 15	05 09 12 06	-2.8	1.00	49	02 04 29	+11 06.1
Вечерняя, Ночная видимость									
Дек.	3	14 18	21 06	03 58 11 06	-2.7	1.00	47	01 58 23	+10 37.3
	19	13 13	20 00	02 51 09 58	-2.5	0.99	45	01 55 10	+10 24.7
	35	12 10	18 57	01 48 08 45	-2.4	0.99	43	01 55 17	+10 30.6

Верхнее соединение: 6 апреля
 Стояние: 30 августа
 Противостояние: 28 октября (-2.9)
 Стояние: 25 декабря



Видимый путь Юпитера в 2011 году



Видимый путь Сатурна в 2011 году

САТУРН

Дата 2011		Для Одессы				В 0ч всемирного времени				
		$t_{\text{в}}$ ч м	$t_{\text{к}}$ ч м	t_3 ч м	τ ч м	Блеск m	Фаза	d "	α ч м с	δ ° '
Ночная, Утренняя видимость										
Янв.	1	00 36	06 20	12 04	06 23	+0.8	1.00	17	13 05 04	-04 19.1
	17	23 31	05 19	11 02	07 24	+0.7	1.00	18	13 06 59	-04 26.1
Ночная, Утренняя видимость										
Февр.	2	22 28	04 16	10 00	08 14	+0.7	1.00	18	13 07 14	-04 22.7
	18	21 23	03 12	08 57	08 57	+0.6	1.00	19	13 05 48	-04 09.4
Ночная, Утренняя видимость										
Март	6	20 16	02 06	07 52	09 37	+0.5	1.00	19	13 02 54	-03 47.7
	22	19 07	00 59	06 47	10 15	+0.4	1.00	19	12 58 56	-03 20.5
Ночная видимость										
Апр.	7	18 57	00 52	06 42	09 42	+0.4	1.00	19	12 54 25	-02 51.3
	23	17 48	23 40	05 37	08 47	+0.5	1.00	19	12 49 59	-02 24.1
Вечерняя, Ночная видимость										
Май	9	16 40	22 34	04 31	07 35	+0.5	1.00	19	12 46 13	-02 02.5
	25	15 34	21 28	03 27	06 08	+0.6	1.00	18	12 43 36	-01 49.2
Вечерняя видимость										
Июнь	10	14 29	20 24	02 23	04 48	+0.7	1.00	18	12 42 25	-01 45.6
	26	13 27	19 22	01 20	03 39	+0.7	1.00	17	12 42 48	-01 52.3
Вечерняя видимость										
Июль	12	12 27	18 21	00 18	02 43	+0.8	1.00	17	12 44 43	-02 08.8
	28	11 29	17 21	23 13	01 55	+0.8	1.00	17	12 48 04	-02 33.9
Вечерняя видимость										
Авг.	13	10 33	16 23	22 12	01 19	+0.8	1.00	16	12 52 40	-03 06.2
	29	09 39	15 25	21 12	00 50	+0.9	1.00	16	12 58 17	-03 44.1
Вечерняя видимость										
Сент.	14	08 45	14 29	20 13	00 22	+0.9	1.00	16	13 04 42	-04 25.9
	30	07 52	13 33	19 13	-	+0.8	1.00	16	13 11 40	-05 09.7
Окт.	16	07 00	12 37	18 15	-	+0.8	1.00	16	13 18 54	-05 53.8
Утренняя видимость										
Нояб.	1	05 07	10 41	16 16	00 51	+0.8	1.00	16	13 26 08	-06 36.5
	17	04 14	09 46	15 17	02 06	+0.8	1.00	16	13 33 06	-07 15.5
Утренняя видимость										
Дек.	3	03 20	08 49	14 18	03 19	+0.8	1.00	16	13 39 29	-07 50.5
	19	02 24	07 52	13 19	04 29	+0.8	1.00	16	13 44 58	-08 18.7
	35	01 27	06 53	12 19	05 31	+0.8	1.00	17	13 49 16	-08 39.1

Стояние: 26 января

Противостояние: 3 апреля (+0,4)

Стояние: 13 июня

Верхнее соединение: 13 октября

УРАН

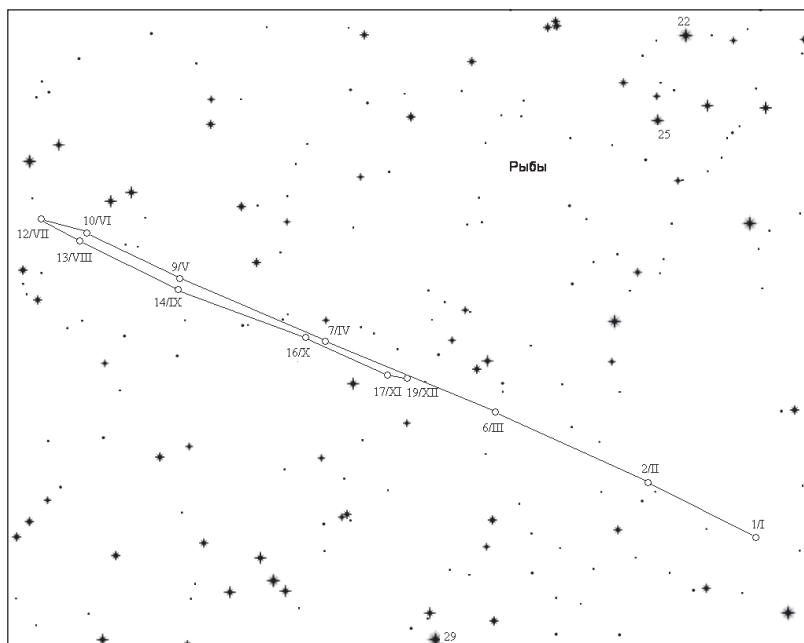
Дата 2011		Для Одессы				В 0ч всемирного времени				
		t_B ч м	t_K ч м	t_3 ч м	τ ч м	Блеск m	Фаза	d "	α ч м с	δ ° '
Вечерняя видимость										
Янв.	1	11 08	17 03	22 57	05 57	+6.1	1.00	04	23 49 59	-01 53.2
	11	10 30	16 25	22 19	05 09	+6.1	1.00	04	23 50 56	-01 46.6
	21	09 51	15 46	21 42	04 19	+6.1	1.00	04	23 52 09	-01 38.4
	31	09 12	15 09	21 05	03 29	+6.1	1.00	03	23 53 36	-01 28.6
Вечерняя видимость										
Февр.	10	08 34	14 31	20 28	02 38	+6.1	1.00	03	23 55 15	-01 17.6
	20	07 56	13 53	19 51	01 47	+6.1	1.00	03	23 57 05	-01 05.5
Вечерняя видимость										
Март	2	07 17	13 16	19 15	00 56	+6.1	1.00	03	23 59 03	-00 52.5
	12	06 39	12 39	18 38	00 06	+6.1	1.00	03	00 01 06	-00 39.1
	22	06 01	12 02	18 02	-	+6.1	1.00	03	00 03 11	-00 25.4
Утренняя видимость										
Апр.	1	06 23	12 24	18 26	-	+6.1	1.00	03	00 05 18	-00 11.7
	11	05 45	11 47	17 49	-	+6.1	1.00	03	00 07 21	+00 01.6
	21	05 06	11 10	17 13	00 17	+6.2	1.00	03	00 09 18	+00 14.2
Утренняя видимость										
Май	1	04 28	10 32	16 36	00 36	+6.1	1.00	03	00 11 09	+00 26.0
	11	03 50	09 55	15 59	00 58	+6.1	1.00	03	00 12 49	+00 36.6
	21	03 11	09 17	15 22	01 23	+6.1	1.00	04	00 14 18	+00 45.9
	31	02 33	08 39	14 45	01 51	+6.1	1.00	04	00 15 34	+00 53.8
Утренняя видимость										
Июнь	10	01 54	08 00	14 07	02 23	+6.1	1.00	04	00 16 35	+01 00.1
	20	01 15	07 22	13 29	03 01	+6.1	1.00	04	00 17 19	+01 04.5
	30	00 36	06 43	12 50	03 43	+6.1	1.00	04	00 17 46	+01 07.0
Утренняя видимость										
Июль	10	23 53	06 04	12 11	04 34	+6.1	1.00	04	00 17 55	+01 07.6
	20	23 13	05 24	11 31	05 24	+6.0	1.00	04	00 17 47	+01 06.4
	30	22 34	04 45	10 51	06 16	+6.0	1.00	04	00 17 21	+01 03.3
Ночная, Утренняя видимость										
Авг.	9	21 54	04 05	10 11	07 10	+6.0	1.00	04	00 16 39	+00 58.4
	19	21 14	03 24	09 30	08 04	+6.0	1.00	04	00 15 42	+00 52.0
	29	20 34	02 44	08 49	08 58	+6.0	1.00	04	00 14 34	+00 44.4
Ночная видимость										
Сент.	8	19 54	02 03	08 08	09 44	+5.9	1.00	04	00 13 15	+00 35.7
	18	19 14	01 22	07 27	10 18	+5.9	1.00	04	00 11 50	+00 26.5
	28	18 34	00 42	06 45	10 52	+5.9	1.00	04	00 10 21	+00 16.9
Вечерняя, Ночная видимость										
Окт.	8	17 54	00 01	06 04	11 01	+5.9	1.00	04	00 08 54	+00 07.5
	18	17 14	23 16	05 22	10 38	+5.9	1.00	04	00 07 31	-00 01.3
	28	16 34	22 36	04 41	10 14	+6.0	1.00	04	00 06 16	-00 09.2
Вечерняя, Ночная видимость										
Нояб.	7	14 54	20 55	03 00	09 47	+6.0	1.00	04	00 05 12	-00 15.8
	17	14 14	20 15	02 20	09 17	+6.0	1.00	04	00 04 22	-00 20.9
	27	13 35	19 35	01 40	08 45	+6.0	1.00	04	00 03 48	-00 24.1
Вечерняя, Ночная видимость										
Дек.	7	12 55	18 56	01 00	08 09	+6.1	1.00	04	00 05 12	-00 15.8
	17	12 16	18 16	00 21	07 29	+6.1	1.00	04	00 04 22	-00 20.9
	27	11 37	17 37	23 38	06 41	+6.1	1.00	04	00 03 48	-00 24.1
	36	10 58	16 59	23 00	05 55	+6.1	1.00	04	00 03 32	-00 25.4

Верхнее соединение: 21 марта

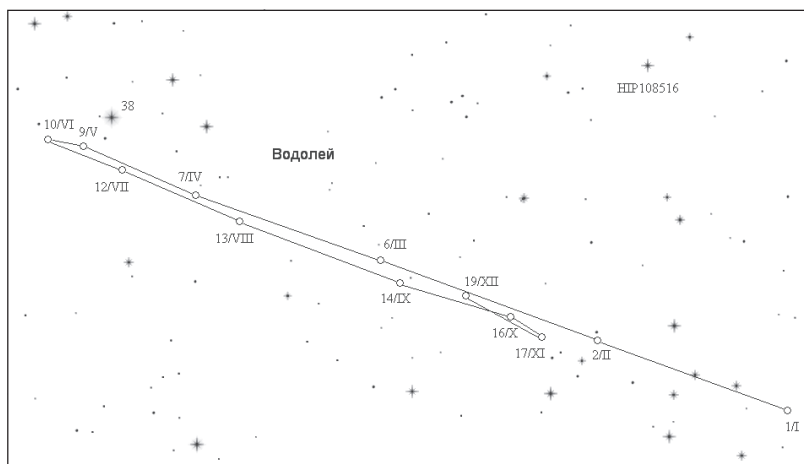
Стояние: 9 июля

Противостояние: 25 сентября (+5,9)

Стояние: 10 декабря



Видимый путь Урана в 2011 году



Видимый путь Нептуна в 2011 году

НЕПТУН

Дата 2011		Для Одессы				В 0ч всемирного времени				
		t_B	t_K	t_3	τ	Блеск	Фаза	d	α	δ
		ч м	ч м	ч м	ч м	m		"	ч м с	ψ ' "
Вечерняя видимость										
Янв.	1	11 04	16 10	21 16	03 15	+7.9	1.00	02	21 56 03	-13 05.8
	11	10 25	15 32	20 38	02 28	+8.0	1.00	02	21 57 13	-12 59.6
	21	09 46	14 54	20 01	01 38	+8.0	1.00	02	21 58 30	-12 52.8
	31	09 08	14 16	19 23	00 47	+8.0	1.00	02	21 59 53	-12 45.5
Февр.	10	08 30	13 38	18 46	-	+7.9	1.00	02	22 01 19	-12 37.8
	20	07 51	13 00	18 09	-	+7.9	1.00	02	22 02 47	-12 30.0
Утренняя видимость										
Март	2	07 13	12 22	17 32	-	+8.0	1.00	02	22 04 14	-12 22.3
	12	06 34	11 44	16 54	00 08	+8.0	1.00	02	22 05 38	-12 14.7
	22	05 56	11 06	16 17	00 27	+8.0	1.00	02	22 06 58	-12 07.6
Утренняя видимость										
Апр.	1	04 17	09 28	14 39	00 45	+8.0	1.00	02	22 08 12	-12 01.1
	11	03 38	08 50	14 01	01 04	+7.9	1.00	02	22 09 18	-11 55.3
	21	03 00	08 12	13 23	01 23	+7.9	1.00	02	22 10 15	-11 50.3
Утренняя видимость										
Май	1	02 21	07 33	12 45	01 44	+7.9	1.00	02	22 11 01	-11 46.3
	11	01 42	06 54	12 07	02 06	+7.9	1.00	02	22 11 36	-11 43.3
	21	01 03	06 15	11 28	02 31	+7.9	1.00	02	22 11 59	-11 41.5
	31	00 24	05 36	10 49	03 00	+7.9	1.00	02	22 12 09	-11 40.9
Утренняя видимость										
Июнь	10	23 40	04 57	10 09	03 37	+7.9	1.00	02	22 12 07	-11 41.4
	20	23 01	04 17	09 30	04 15	+7.9	1.00	02	22 11 53	-11 43.0
	30	22 21	03 38	08 50	04 57	+7.9	1.00	02	22 11 28	-11 45.6
Ночная, Утренняя видимость										
Июль	10	21 42	02 58	08 10	05 45	+7.8	1.00	02	22 10 51	-11 49.2
	20	21 02	02 18	07 29	06 35	+7.8	1.00	02	22 10 06	-11 53.7
	30	20 22	01 37	06 49	07 28	+7.8	1.00	02	22 09 13	-11 58.8
Ночная видимость										
Авг.	9	19 42	00 57	06 08	08 05	+7.8	1.00	02	22 08 15	-12 04.3
	19	19 02	00 17	05 27	08 37	+7.8	1.00	02	22 07 13	-12 10.1
	29	18 22	23 32	04 46	09 11	+7.8	1.00	02	22 06 10	-12 15.9
Вечерняя, Ночная видимость										
Сент.	8	17 43	22 52	04 06	09 03	+7.8	1.00	02	22 05 09	-12 21.6
	18	17 03	22 12	03 25	08 43	+7.8	1.00	02	22 04 11	-12 26.9
	28	16 23	21 32	02 44	08 23	+7.8	1.00	02	22 03 20	-12 31.7
Вечерняя, Ночная видимость										
Окт.	8	15 43	20 52	02 04	08 02	+7.8	1.00	02	22 02 36	-12 35.5
	18	15 03	20 12	01 24	07 40	+7.9	1.00	02	22 02 02	-12 38.5
	28	14 24	19 32	00 44	07 16	+7.9	1.00	02	22 01 40	-12 40.4
Вечерняя, Ночная видимость										
Нояб.	7	14 44	19 53	01 05	06 51	+7.9	1.00	02	22 01 30	-12 41.3
	17	14 05	19 13	00 25	06 23	+7.9	1.00	02	22 01 32	-12 40.9
	27	13 26	18 34	23 42	05 47	+7.9	1.00	02	22 01 48	-12 39.4
Вечерняя видимость										
Дек.	7	12 47	17 55	23 04	05 12	+7.9	1.00	02	22 02 18	-12 36.8
	17	12 08	17 17	22 25	04 33	+7.9	1.00	02	22 02 59	-12 32.9
	27	11 29	16 38	21 47	03 51	+7.9	1.00	02	22 03 52	-12 28.0
	37	10 51	16 00	21 10	03 04	+7.9	1.00	02	22 04 55	-12 22.3

Верхнее соединение: 17 февраля

Стояние: 3 июня

Противостояние: 22 августа (+7,8)

Стояние: 9 ноября

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

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



Сатурн и шесть из его спутников

СПУТНИКИ БОЛЬШИХ ПЛАНЕТ

В Солнечной системе насчитывается 8 больших планет – Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Естественные спутники есть у всех планет, исключая ближайшие к Солнцу Меркурий и Венера.

С совершенствованием астрономических средств наблюдений и развитием космонавтики, количество открываемых естественных спутников непрерывно возрастает. В следующей таблице приведены некоторые сведения о естественных спутниках, известных к 2008 году. Подавляющее большинство спутников недоступно любительским телескопам.

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

1	2	3	4	5	6
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 Гермилпе	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

Сатурн

1 Мимас	3.08	185.6	0.942	397	+12.8
2 Энцелад	3.95	238.1	1.370	500	+11.8
3 Тефия	4.89	294.7	1.888	1060	+10.2
4 Диона	6.26	377.4	2.737	1120	+10.4
5 Рея	8.75	527.1	4.518	1530	+9.6
6 Титан	20.27	1221.9	15.945	5150	+8.4
7 Гиперион	24.29	1464.1	21.277	410	+14.4
8 Япет	59.08	3560.8	79.331	1460	+11.0
9 Феба	214.8	12944.3	548.21	220	+16.4
10 Янус	2.51	151.5	0.695	178	+14.4
11 Эпиметей	2.51	151.4	0.694	120	+15.6
12 Елена	6.26	377.4	2.737	32	+18.4
13 Телесто	4.89	294.7	1.888	24	+18.5
14 Калипсо	4.89	294.7	1.888	19	+18.7
15 Атлас	2.28	137.7	0.602	32	+19.0
16 Прометей	2.31	139.4	0.613	100	+15.8

1	2	3	4	5	6
17 Пандора	2.35	141.7	0.629	84	+16.4
18 Пан	2.22	133.6	0.575	20	+19.4
19 Имир	383.8	23130.0	1315.33	16	+21.8
20 Палиак	252.2	15198.0	686.94	19	+21.4
21 Тарвос	302.6	18239.0	926.13	13	+22.3
22 Иджирак	189.9	11442.0	451.47	10	+22.7
23 Суттунг	323.0	19465.0	1016.51	6	+23.8
24 Кивиок	188.6	11365.0	449.22	14	+22.2
25 Мундилфари	310.6	18722.0	951.56	6	+24.0
26 Альбиорикс	272.0	16394.0	783.47	26	+20.9
27 Скади	259.5	15641.0	728.18	6	+23.7
28 Эррипо	292.1	17604.0	871.25	8	+23.2
29 Сиарнак	301.9	18195.0	895.55	32	+20.1
30 Трюм	335.5	20219.0	1091.76	6	+23.9
31 Нарви	310.6	18719.0	956.19	7	+23.8
32 Метона	3.22	194.0	1.01	3	+25.0
33 Паллена	3.50	211.0	1.14	4	+25.0
34 Полидевк	6.26	377.4	2.74	4	+25.0
35 Дафнис	2.26	136.5	0.594	7	+24.0
36 Эгир	344.0	20735.0	1116.5	6	+24.4
37 Бефинд	284.0	17119.0	834.8	6	+24.1
38 Бергельмир	320.9	19338.0	1005.9	6	+24.2
39 Бестла	334.0	20129.0	1083.6	7	+23.8
40 Фарбаути	338.3	20390.0	1086.1	5	+24.7
41 Фернир	372.6	22453.0	1260.3	4	+25.0
42 Форньот	416.6	25108.0	1490.9	6	+24.6
43 Хати	329.5	19856.0	1038.7	6	+24.4
44 Гироккин	305.9	18437.0	931.8	8	+23.5
45 Кари	367.0	22118.0	1233.6	7	+23.9
46 Логи	382.7	23065.0	1312.0	6	+24.6
47 Сколл	293.1	17665.0	878.3	6	+24.5
48 Сурт	376.8	22707.0	1297.7	6	+24.8
49 Анфа	3.28	197.7	1.037	1	+26.0
50 Ярнсакса	308.6	18600.0	942.0	6	+24.7
51 Грейп	300.4	18105.0	905.0	6	+24.4
52 Таркек	297.3	17920.0	895.0	7	+23.9
53 S/2004 S7	328.5	19800.0	1103.0	6	+24.5
54 S/2004 S12	326.0	19650.0	1048.0	5	+24.8
55 S/2004 S13	306.1	18450.0	905.85	6	+24.5
56 S/2004 S17	308.6	18600.0	986.0	4	+25.2
57 S/2006 S1	314.9	18981.1	970.0	6	+24.6
58 S/2006 S3	350.6	21132.0	1142.0	6	+24.6
59 S/2007 S2	274.8	16560.0	800.0	6	+24.4
60 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

1	2	3	4	5	6
9 Крессиды	2.36	61.8	0.464	62	+22.2
10 Дездемона	2.39	62.7	0.474	54	+22.5
11 Джульетта	2.45	64.3	0.494	84	+21.5
12 Порция	2.52	66.1	0.514	108	+21.0
13 Розалинда	2.67	69.9	0.559	54	+22.5
14 Белинда	2.87	75.2	0.624	66	+22.1
15 Пак	3.28	86.0	0.762	154	+20.3
16 Калибан	273.6	7168.9	579	60	+21.1
17 Сикоракса	466.2	12213.6	1289	120	+20.6
18 Просперо	615.0	16113.5	1953	30	+22.4
19 Сетебос	694.9	18205.2	2345	30	+22.5
20 Стефано	303.1	7942.5	676	20	+23.5
21 Тринкуло	327.4	8578.0	759.0	10	+25.4
22 Франциско	163.4	4281.0	266.6	12	+25.0
23 Маргарита	560.6	14688.7	1694.8	11	+25.2
24 Фердинанд	801.5	21000.0	2823.4	12	+25.1
25 Пердита	2.92	76.4	0.638	40	+23.6
26 Маб	3.73	97.7	0.922	10	+26.0
27 Купидон	2.86	74.8	0.617	10	+26.0

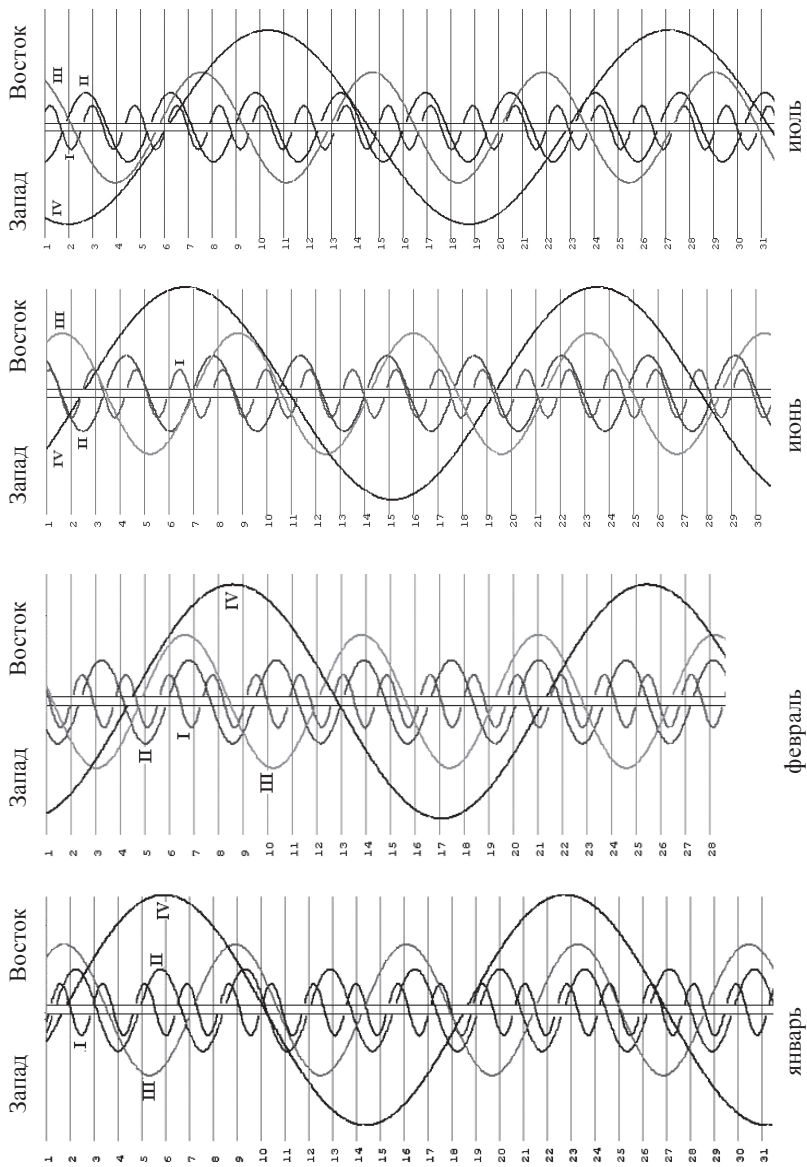
Нептун

1 Тритон	14.06	354.6	5.877	2700	+13.5
2 Нереида	218.5	5511.2	360.13	340	+18.7
3 Наяда	1.91	48.2	0.295	54	+24.7
4 Таласса	1.99	50.1	0.312	80	+23.8
5 Деспина	2.08	52.5	0.335	150	+22.6
6 Галатея	2.46	61.9	0.429	160	+22.3
7 Ларисса	2.92	73.5	0.555	208	+22.0
8 Протей	4.66	117.6	1.123	436	+20.3
9 Галимеда	871.8	21990	2868.23	60	+24.4
10 Псамафа	1853	46738.0	9136.1	40	+25.5
11 Сао	798.9	20151	2515.96	40	+25.7
12 Лаомедея	847.0	21365	2746.72	40	+25.3
13 Несо	1874	47279.7	9007.1	60	+24.6

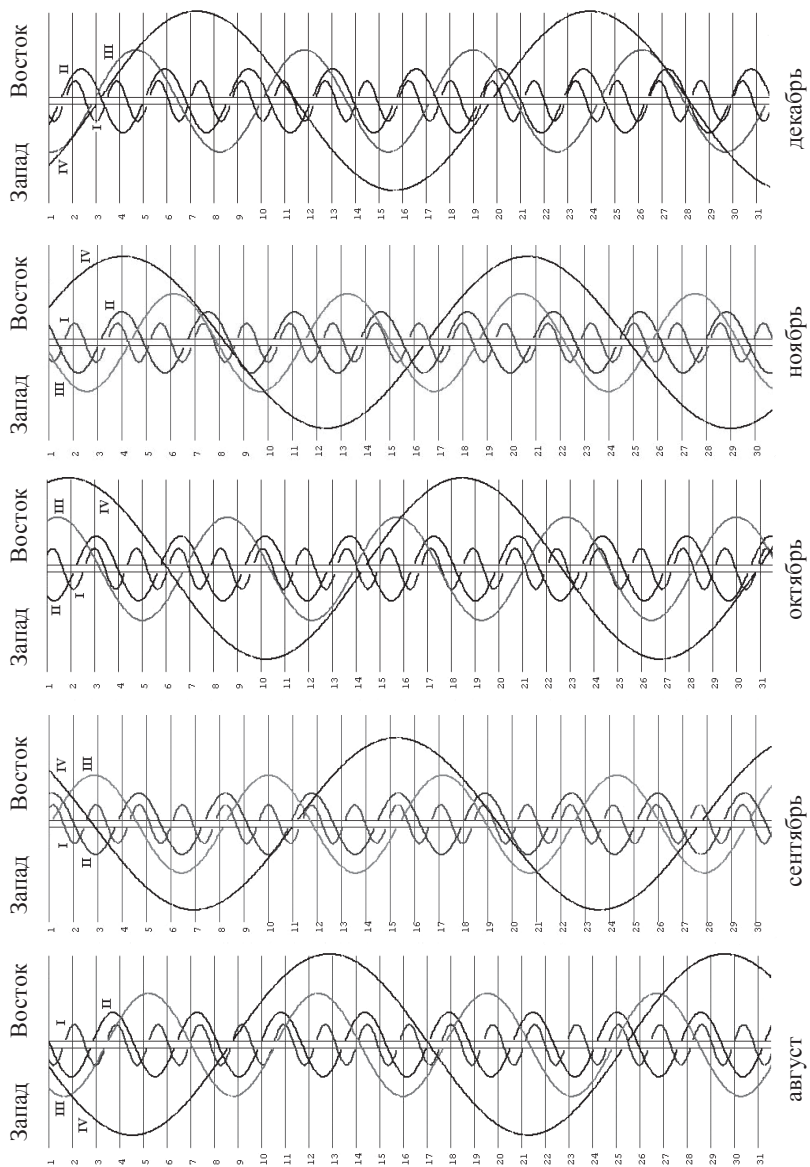
Спутники Юпитера. Самые большие спутники Юпитера были открыты Галилеем в 1610 году с помощью первого в истории человечества телескопа. Они получили название галилеевых и традиционно нумеруются в порядке удаления от Юпитера: I – Ио, II – Европа, III – Ганимед, IV – Каллисто. Это довольно яркие объекты, люди с исключительно острым зрением могут увидеть их даже невооруженным глазом.

Орбиты галилеевых спутников лежат вблизи плоскости экватора Юпитера, а экватор Юпитера, в свою очередь расположен вблизи плоскости орбиты Земли. Благодаря такому взаимному расположению системы спутников Юпитера и Земли, мы видим движение галилеевых спутников приблизительно вдоль одной линии, проходящей через экватор планеты. Спутники иногда скрываются за диском планеты, появляются, проходят перед ним, отбрасывая тень на освещенную Солнцем поверхность юпитерианских облаков. Затмения и прохождения Ио, Европы и Ганимеда можно наблюдать постоянно. Каллисто, удаленный от Юпитера больше других, иногда проходит севернее или южнее диска планеты. Его тень тоже не всегда падает на верхний слой облачности Юпитера.

Конфигурации спутников Юпитера в 2011 году



Конфигурации спутников Юпитера в 2011 году



ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д Ч М				Д Ч М				Д Ч М				Д Ч М												
Январь				15 18 21	III	КС	14 04 00	I	СТ	22 00 14	I	ВТ	15 18 50	III	ВТ	22 01 34	I	КС						
1	19	00	IV	НП	16 19 13	II	КЗ	15 02 39	I	КП	22 02 25	I	СТ	16 02 32	II	КЗ	22 03 43	I	КС					
2	21	04	IV	КП	19 18 05	I	НП	16 02 43	II	НП	23 01 04	I	КП	20 00 36	III	КЗ	24 02 13	II	НЗ					
3	18	34	III	ВТ	20 18 26	I	СТ	20 00 39	III	НП	24 04 42	II	КЗ	21 03 43	I	ВТ	24 04 50	II	НП					
3	19	53	I	НП	22 19 47	III	НС	21 03 43	I	ВТ	25 23 51	II	СТ	22 04 35	I	КП	26 02 23	II	КС					
3	21 12	I	ВТ		27 19 43	I	КС	22 01 02	I	НЗ	29 05 33	I	КС	23 00 22	I	СТ	29 03 24	I	НС					
3	21 26	III	СТ		Март				22 04 35	I	КП	30 02 16	I	СТ	23 01 44	I	КС	30 02 54	I	КП				
3	22 08	I	КС		1 18 37	IV	НС	22 04 35	I	КП	31 02 48	II	НС	25 00 25	II	НС	31 02 54	I	КП					
4	20 34	I	КЗ		1 18 37	IV	СТ	23 00 22	I	СТ				25 02 53	II	КС	31 22 24	III	НЗ					
4	22 09	II	НП		4 18 38	II	КС	23 01 44	I	КС	Август				1 00 11	II	ВТ	Сентябрь						
5	17 54	I	СТ		5 19 26	III	КЗ	23 02 36	II	НЗ	1 02 43	II	СТ	1 03 03	II	НС	1 00 36	III	КЗ	1 03 34	III	НП		
6	19 03	II	ВТ		6 19 31	I	НС	25 00 25	II	НС	5 04 50	I	НЗ	1 05 21	III	КП	1 23 55	II	ВТ	2 02 25	II	НС		
6	19 12	II	КС		7 19 24	I	КЗ	25 02 53	II	КС	6 01 58	I	ВТ	2 21 49	IV	НС	2 02 27	II	СТ	2 04 50	II	КС		
6	21 43	II	СТ		11 18 38	II	ВТ	27 02 20	III	НЗ	6 03 22	I	НС	2 21 49	IV	НС	2 04 50	II	КС	2 21 49	IV	НС		
10	17 25	III	НС		12 18 56	III	НП	27 04 36	III	КЗ	8 00 00	I	КС	3 22 56	II	КП	6 01 24	I	НЗ	6 04 43	I	КП		
10	17 41	IV	СТ		14 18 42	I	НП	29 02 56	I	НЗ	8 02 47	II	ВТ	5 04 02	I	ВТ	6 23 41	I	НС	6 22 31	I	ВТ		
10	17 41	IV	ВТ		15 18 40	I	СТ	30 00 05	I	ВТ	9 23 33	II	КЗ	7 01 50	I	КС	7 00 42	I	СТ	7 01 50	I	КС		
10	20 32	III	КС		18 18 51	IV	ВТ	30 01 29	I	НС	9 23 49	II	НП	7 23 10	I	КП	8 02 25	III	НЗ	8 04 36	III	КЗ		
10	21 52	I	НП		18 18 51	IV	СТ	30 03 38	I	КС	10 02 16	II	КП	8 04 36	III	КЗ	9 02 31	II	ВТ	9 04 50	II	НС		
11	19 02	I	ВТ		20 18 58	II	КЗ					13 03 52	I	ВТ	9 05 03	II	СТ	11 01 20	II	КП	11 22 53	III	КС	
12	17 37	I	ВТ		Май								14 00 26	III	ВТ	13 03 18	I	НЗ	14 00 25	I	ВТ	14 01 28	I	НС
12	18 36	I	КС		13 04 38	II	КП					14 01 13	I	НЗ	7 01 50	I	КС	14 02 36	I	СТ	14 03 37	I	КС	
12	19 50	I	СТ		27 04 16	III	ВТ					14 02 48	III	СТ	7 23 10	I	КП	14 21 46	I	НЗ				
13	19 11	II	НС		28 04 15	I	НЗ					14 04 45	I	КП	8 02 25	III	НЗ							
13	21 40	II	ВТ		29 03 41	I	СТ					15 00 32	I	СТ	8 04 36	III	КЗ							
13	21 55	II	КС		Июнь								15 01 52	I	КС	9 02 31	II	ВТ						
15	19 24	II	КЗ		5 03 23	I	ВТ					15 23 13	I	КП	9 04 50	II	НС							
17	21 43	III	НС		6 03 48	I	КП					16 23 38	II	НЗ	9 05 03	II	СТ							
18	21 01	I	НП		14 03 01	I	КС					17 02 07	II	КЗ	11 01 20	II	КП							
19	18 22	I	НС		21 02 49	I	НС					17 02 21	II	НП	11 22 53	III	КС							
19	19 33	I	ВТ		21 03 01	II	НЗ					17 04 47	II	КП	13 03 18	I	НЗ							
19	20 36	I	КС		21 03 51	I	СТ					17 05 01	IV	КС	14 00 25	I	ВТ							
19	21 46	I	СТ		22 02 17	I	КП					17 05 01	IV	НС	14 01 28	I	НС							
20	18 54	I	КЗ		23 02 43	II	КС					18 23 54	II	КС	14 02 36	I	СТ							
21	19 17	III	КЗ		25 03 34	III	КС					21 03 07	I	НЗ	14 03 37	I	КС							
26	20 22	I	НС		28 03 33	II	ВТ					21 04 27	III	ВТ										
27	20 49	I	КЗ		29 04 15	I	КП																	
28	18 11	I	СТ		30 02 57	II	НС																	
28	19 09	III	КП		30 02 57	II	СТ																	
28	20 38	III	НЗ		Июль																			
29	19 52	II	НП		2 02 48	III	СТ																	
31	18 51	II	СТ		6 02 45	I	НЗ																	
Февраль				3 19 32	I	НП	7 02 07	I	СТ															
3	19 53	I	ВТ		7 03 01	II	ВТ																	
4	19 08	I	КС		7 03 24	I	КС																	
4	20 06	I	СТ		9 02 33	II	КП																	
4	20 29	III	НП		9 04 22	III	ВТ																	
7	18 49	II	ВТ		13 01 57	III	КП																	
7	19 36	II	КС		14 01 49	I	ВТ																	
11	18 55	I	НС		14 03 10	I	НС																	
11	19 49	I	ВТ		14 03 37	IV	СТ																	
12	19 09	I	КЗ		14 03 37	IV	ВТ																	
14	19 42	II	НС																					

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

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

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

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

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 насчитывается несколько десятков спутников, но только три из них доступны наблюдениям в небольшие телескопы. Это Рея, Титан и Япет. Все они были открыты в XVII веке. Наблюдения этих спутников лучше проводить во время их элонгаций, когда спутники удаляются от планеты на максимальное угловое расстояние: 1.4' – Рея, 3.3' – Титан и 9.6' – Япет. Периоды, благоприятные для наблюдений спутников, начинаются до момента элонгации и заканчиваются после него приблизительно за 6 часов для Рея, за 1 сутки для Титана и за 5 суток для Япета.

Вблизи эпохи противостояния Сатурна (начало апреля 2011 года) Рея и Титан имеют блеск +9.6^m и +8.3^m соответственно. Блеск Япета наибольший во время его западных элонгаций и достигает +9.6^m. Во время восточных элонгаций блеск Япета существенно меньше, всего лишь +11.6^m. Наиболее яркий спутник Сатурна – Титан доступен наблюдениям в телескоп с диаметром объектива не менее 60 мм, Рея – в телескоп с диаметром объектива не менее 90 мм. Чтобы наблюдать Япет во время его западных элонгаций, необходим телескоп с диаметром объектива не менее 80 мм.

ПЛАНЕТЫ-КАРЛИКИ И МАЛЫЕ ТЕЛА

В 2006 году Международный астрономический союз (МАС) принял новые определения тел Солнечной системы. Введено новое понятие “Планета-карлик” – почти сферическое тело, движущееся вокруг Солнца, которое «не смогло очистить окрестности вокруг своей орбиты». На конец октября 2010 года в каталоге Международного планетного центра (МПК) зарегистрировано 538153 астероида, а также открыто 1156 транснептуновых объектов (ТНО) и 287 кентавров (кентавры – это тела, находящиеся между Юпитером и Нептуном). (См. <http://www.minorplanetcenter.org/iau/lists/MPLists.html>). В литературе используется также понятие “Plutoids” – то же что и карликовые планеты, но полуось их орбиты больше чем полуось орбиты Нептуна. (Все “Plutoids” являются карликовыми планетами, но не все карликовыми планеты являются “плутоидами”, например, Церера). (См. <http://solarsystem.nasa.gov/planets/>). Все другие объекты в Солнечной системе, кроме планет, карликовых планет и спутников планет, должны в целом называться «Малыми телами Солнечной системы».

Планеты-карлики

Церера открыта 1 января 1801 года Д.Пиацци. Ее диаметр около 950 км. Орбита Цереры лежит между орбитами Марса и Юпитера. Плутон открыт К.Томбо в 1930 году. Его орбита имеет довольно большой эксцентриситет и частично скрещивается с орбитой Нептуна. Диаметр Плутона – 2300 км. Карликовая планета Эрида (2003 UB313) обращается по орбите вокруг Солнца и в настоящий момент удалена от него на расстояние, вдвое большее, чем Плутон. Масса была определена на основе измерений периода обращения спутника Эриды, Дисномии. Изображения наземного телескопа Кека в совокупности с изображениями космического телескопа им. Хаббла свидетельствуют, что Дисномия обращается вокруг Эриды по почти круговой орбите с периодом 16 земных суток. Инфракрасные изображения показывают, что Эрида действительно крупнее Плутона. Плоскость орбиты Эриды сильно наклонена к плоскости орбит планет Солнечной системы.

Открытый в 2005 году и получивший первоначальное обозначение 2005 FY9, объект Макемаке (по имени Создателя человечества в мифологии Рапа Нуи острова Пасхи) является одним из самых крупных тел внешней части Солнечной системы. Макемаке находится в Поясе Койпера, обращается по орбите, чуть большей орбиты Плутона, и по размерам лишь немногим уступает ему. Однако орбита Макемаке значительно более наклонена к плоскости эклиптики, нежели орбита Плутона. Согласно классификации, Макемаке был отнесен к карликовым планетам в подгруппу плутоидов в компанию к Плутону и Эриде. По внешнему виду Макемаке имеет красноватый цвет и, судя по спектру, возможно, покрыт корой ледяного метана. На данный момент не имеется изображений его поверхности.

Один из самых странных объектов во внешней части Солнечной системы был классифицирован как карликовая планета и назван Хаумеа. Хаумеа стала пятой, получившей имя, карликовой планетой после Плутона, Цереры, Эриды и Макемаке. Гладкая, но вытянутая форма делает Хаумеа крайне необычной. Вдоль одной оси Хаумеа гораздо больше Плутона, размер вдоль другой оси почти такой же, как диаметр Плутона, однако длина третьей оси намного меньше. Двигаясь по своей орбите, Хаумеа иногда оказывается ближе к Солнцу, чем Плутон, однако большую часть времени она находится дальше его. Хаумеа была открыта в 2003 году, тогда ей было присвоено временное обозначение 2003 EL61. Название было дано ей Международным астрономическим союзом в честь гавайской богини. У

Хаумеа есть два маленьких спутника, открытых в 2005 году, недавно они были названы Хиияка и Намака, по именам дочерей богини [http://www.astronet.ru].

Таблица 1

		Церера	Плутон	Хаумеа	Максимакс	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 радиус	км R_E	471 0.0738	1148.07 0.180	750 0.1176	750 0.12	1200 0.19
Масса	кг M_E	9.5×10^{20} 0.00016	1.3×10^{22} 0.0022	$4.2 \pm 0.1 \times 10^{21}$ 0.0007	4×10^{21} 0.0007	1.7×10^{22} 0.0028
Плотность	г/см ³	2.08	2.0	2.6–3.3	2.0	2.25
Ускорение на экваторе	м/с ²	0.27	0.60	0.44	0.5	~0.7
Скорость убегания	км/с	0.51	1.2	0.44	0.8	?
Период вращения	сут.	0.3781	6.387*	0.167		>0.33?
Орбит. период	годы	4.599	247.92	285.4	309.9	557
Ср. орбит. скорость	км/с	17.9	4.75	4.5	4.4	3.4
Эксцентриситет орб.		0.080	0.2488	0.189	0.159	0.44177
Наклонение	град.	10.587	17.14	28.19	28.96	44.187
Ср. температура поверхности	К	167	40	32±3	30	30
Состав атмосферы		H ₂ O, O ₂	N ₂ , CH ₄		N ₂ , CH ₄	N ₂ , CH ₄
Число известных спутников		-	3	2	-	1

R_E , M_E – радиус и масса Земли

* – обратное вращение

Эфемериды ярких астероидов

Ниже приводятся эфемериды астероидов, достигающих в максимуме блеска ярче 10.0 звездных величин и доступных для наблюдений в небольшие телескопы в 2011 году.

В таблицах эфемерид астероидов на 21 час всемирного времени (что соответствует полночи следующих суток по летнему Киевскому времени) через 10 суток вблизи эпохи противостояния приводятся топоцентрические (для Одессы) экваториальные координаты астероидов α и δ , отнесенные к равноденствию 2000.0, визуальная звездная величина V , расстояния r от Солнца и Δ от Земли в а.е., а также фазовый угол β , образованный направлениями к Солнцу и к Земле (в момент противостояния фазовый угол наименьший), а также угловое расстояние до Луны (в градусах) и доля освещенного диска Луны (в процентах).

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

Таблица 2

Дата			α (2000.0)	δ (2000.0)	V	r	Δ	β	Расст. Луны	фаза
			ч м с	° ' "	м	а. е.	а. е.	°	о	%
37 Фидес D=108 км, P=7.3335^h, B-V=0.843^m, A=0.183, Тип S, 27.XI.2010										
2010	Дек.	01	04 08 42	+25 53 41	9.65	2.183	1.201	2.9	135.1	17.7
	Дек.	11	03 59 15	+25 32 20	9.91	2.183	1.223	7.7	92.4	33.6
	Дек.	21	03 52 02	+25 08 44	10.17	2.184	1.270	12.5	36.0	99.6
	Дек.	31	03 47 59	+24 48 22	10.42	2.186	1.338	16.7	177.2	13.0
2011	Янв.	10	03 47 30	+24 35 09	10.65	2.188	1.424	20.1	58.1	34.5
	Янв.	20	03 50 34	+24 30 49	10.88	2.192	1.524	22.7	73.8	98.4
	Янв.	30	03 56 52	+24 34 59	11.08	2.197	1.634	24.6	148.2	10.0
16 Психея D=253 км, P=4.196^h, B-V=0.729^m, A=0.120, Тип X, 08.XII.2010										
2010	Дек.	01	05 10 53	+18 12 45	9.50	2.669	1.693	3.7	120.8	17.7
	Дек.	11	05 01 34	+18 03 34	9.43	2.681	1.700	2.1	106.1	33.6
	Дек.	21	04 52 43	+17 58 02	9.69	2.693	1.735	5.9	23.1	99.6
	Дек.	31	04 45 21	+17 57 29	9.94	2.706	1.798	9.8	163.7	13.0
2011	Янв.	10	04 40 15	+18 02 56	10.17	2.719	1.885	13.2	69.8	34.5
	Янв.	20	04 37 50	+18 14 36	10.39	2.732	1.992	15.9	63.6	98.4
	Янв.	30	04 38 09	+18 31 59	10.60	2.745	2.115	18.0	156.6	10.0
	Февр.	09	04 41 05	+18 54 00	10.79	2.758	2.250	19.5	38.2	35.7
	Февр.	19	04 46 25	+19 19 09	10.96	2.772	2.393	20.4	99.9	96.1
23 Талия D=108 км, P=12.3122^h, B-V=0.859^m, A=0.254, Тип S, 21.I.2011										
2010	Дек.	01	08 44 49	+27 27 03	10.26	2.046	1.338	23.9	74.8	17.7
	Дек.	11	08 50 09	+28 40 36	10.01	2.036	1.244	21.2	152.7	33.6
	Дек.	21	08 51 53	+30 11 01	9.75	2.027	1.166	17.7	32.7	99.6
	Дек.	31	08 49 45	+31 53 26	9.49	2.020	1.105	13.7	111.9	13.0
2011	Янв.	10	08 43 56	+33 38 00	9.25	2.015	1.065	9.8	119.8	34.5
	Янв.	20	08 35 23	+35 11 05	9.12	2.012	1.048	7.7	23.1	98.4
	Янв.	30	08 25 42	+36 20 03	9.21	2.010	1.054	9.4	149.4	10.0
	Февр.	09	08 16 53	+36 57 03	9.41	2.010	1.084	13.2	83.3	35.7
	Февр.	19	08 10 44	+37 01 23	9.66	2.011	1.134	17.3	59.8	96.1
	Март	01	08 08 18	+36 37 43	9.90	2.015	1.202	20.9	158.1	8.1
	Март	11	08 09 55	+35 51 59	10.14	2.020	1.283	23.8	51.1	38.3
	Март	21	08 15 20	+34 49 42	10.36	2.026	1.376	26.0	94.6	92.8
	Март	31	08 23 59	+33 34 47	10.57	2.035	1.476	27.6	135.9	6.8
	Апр.	10	08 35 16	+32 09 25	10.76	2.045	1.583	28.6	25.7	42.9
	Апр.	20	08 48 36	+30 35 10	10.94	2.056	1.695	29.0	122.4	89.0
7 Ирис D=200 км, P=7.139^h, B-V=0.855^m, A=0.277, Тип S, 23.I.2011										
2010	Дек.	01	08 50 18	+13 56 53	8.90	2.032	1.371	25.3	68.6	17.7
	Дек.	11	08 51 07	+13 08 21	8.71	2.055	1.298	22.2	161.4	33.6
	Дек.	21	08 48 13	+12 33 58	8.51	2.079	1.238	18.2	34.4	99.6
	Дек.	31	08 41 46	+12 15 04	8.30	2.104	1.195	13.5	107.7	13.0
2011	Янв.	10	08 32 28	+12 11 27	8.08	2.129	1.173	8.3	125.9	34.5
	Янв.	20	08 21 35	+12 20 32	7.88	2.155	1.177	3.7	9.880	98.4
	Янв.	30	08 10 44	+12 38 23	8.03	2.181	1.206	4.9	150.8	10.0
	Февр.	09	08 01 26	+13 00 30	8.37	2.207	1.261	9.6	86.5	35.7
	Февр.	19	07 54 53	+13 22 39	8.69	2.233	1.340	14.0	54.5	96.1
	Март	01	07 51 35	+13 41 49	9.00	2.260	1.439	17.7	168.5	8.1
	Март	11	07 51 37	+13 55 49	9.28	2.286	1.555	20.5	50.7	38.3
	Март	21	07 54 46	+14 03 09	9.54	2.313	1.683	22.5	93.1	92.8
	Март	31	08 00 35	+14 02 59	9.78	2.339	1.820	23.8	138.7	6.8
	Апр.	10	08 08 38	+13 54 41	9.99	2.365	1.963	24.5	19.5	42.9

Дата	α (2000.0)			δ (2000.0)			V	r	Δ	β	Расст. Луны	фаза %
	ч	м	с	°	'	''	м	а. е.	а. е.	°	°	
Апр. 20	08	18	30	+13	37	57	10.17	2.390	2.110	24.7	124.7	89.0
Апр. 30	08	29	47	+13	12	44	10.34	2.416	2.258	24.5	113.5	5.5
Май 10	08	42	12	+12	39	06	10.48	2.441	2.406	24.0	9.910	50.0

44 Ниса D=71 км, P=6.422^h, B-V=0.703^m, A=0.546, Тип Хс, 10.II.2011

2010	Дек. 11	09	50	58	+11	54	37	10.23	2.066	1.463	25.8	174.7	33.6
	Дек. 21	09	56	21	+11	43	10	10.03	2.068	1.365	23.6	50.4	99.6
	Дек. 31	09	58	34	+11	51	18	9.82	2.071	1.277	20.5	90.2	13.0
2011	Янв. 10	09	57	24	+12	20	45	9.60	2.075	1.204	16.6	145.1	34.5
	Янв. 20	09	52	57	+13	10	12	9.39	2.080	1.148	11.7	12.4	98.4
	Янв. 30	09	45	44	+14	14	58	9.17	2.086	1.115	6.3	129.9	10.0
	Февр. 09	09	36	52	+15	26	46	8.93	2.092	1.106	0.6	107.5	35.7
	Февр. 19	09	27	51	+16	35	26	9.18	2.100	1.123	5.5	34.6	96.1
	Март 01	09	20	12	+17	32	29	9.42	2.109	1.164	10.9	169.8	8.1
	Март 11	09	15	08	+18	12	28	9.67	2.118	1.227	15.6	68.5	38.3
	Март 21	09	13	17	+18	33	29	9.91	2.128	1.309	19.5	76.8	92.8
	Март 31	09	14	44	+18	36	14	10.14	2.139	1.406	22.5	153.8	6.8
	Апр. 10	09	19	17	+18	22	04	10.36	2.151	1.514	24.7	34.7	42.9
	Апр. 20	09	26	31	+17	52	52	10.57	2.163	1.630	26.1	110.7	89.0
	Апр. 30	09	35	57	+17	10	21	10.76	2.176	1.751	27.0	127.0	5.5

3 Юнона D=234 км, P=7.21^h, B-V=0.824^m, A=0.2383, Тип Sk, 12.III.2011

2011	Янв. 30	11	53	09	-01	40	04	9.57	2.670	1.915	16.0	94.6	10.0
	Февр. 09	11	49	54	-00	39	39	9.42	2.697	1.845	12.8	144.1	35.7
	Февр. 19	11	44	25	+00	39	05	9.26	2.723	1.798	8.9	5.620	96.1
	Март 01	11	37	17	+02	11	11	9.10	2.749	1.775	4.7	133.9	8.1
	Март 11	11	29	17	+03	49	12	8.86	2.775	1.782	0.2	104.4	38.3
	Март 21	11	21	24	+05	24	24	9.16	2.801	1.818	4.1	43.0	92.8
	Март 31	11	14	32	+06	49	12	9.41	2.825	1.883	8.1	171.5	6.8
	Апр. 10	11	09	21	+07	58	01	9.65	2.850	1.973	11.7	63.2	42.9
	Апр. 20	11	06	17	+08	48	09	9.87	2.874	2.085	14.5	84.8	89.0
	Апр. 30	11	05	27	+09	19	22	10.08	2.898	2.214	16.7	149.7	5.5
	Май 10	11	06	46	+09	32	41	10.28	2.921	2.356	18.3	26.0	50.0
	Май 20	11	10	05	+09	30	02	10.45	2.943	2.507	19.3	119.3	85.5

20 Массалия D=146 км, P=8.098^h, B-V=0.854^m, A=0.2096, Тип S, 14.III.2011

2011	Янв. 30	12	01	58	-01	03	32	9.87	2.194	1.431	20.2	92.9	10.0
	Февр. 09	12	00	06	-00	51	28	9.66	2.208	1.357	16.6	146.4	35.7
	Февр. 19	11	55	13	-00	19	03	9.45	2.222	1.301	12.1	7.744	96.1
	Март 01	11	47	51	+00	30	35	9.22	2.236	1.267	7.1	130.9	8.1
	Март 11	11	38	57	+01	31	07	8.95	2.251	1.259	1.7	107.5	38.3
	Март 21	11	29	51	+02	33	45	9.12	2.266	1.276	3.7	39.8	92.8
	Март 31	11	21	49	+03	29	51	9.42	2.281	1.319	8.9	170.3	6.8
	Апр. 10	11	15	54	+04	12	33	9.70	2.297	1.386	13.4	66.0	42.9
	Апр. 20	11	12	40	+04	37	55	9.96	2.312	1.474	17.2	81.6	89.0
	Апр. 30	11	12	17	+04	45	04	10.21	2.328	1.577	20.1	153.7	5.5
	Май 10	11	14	38	+04	34	34	10.44	2.344	1.693	22.3	28.6	50.0
	Май 20	11	19	24	+04	08	09	10.65	2.360	1.818	23.7	115.2	85.5

11 Парфенопа D=153 км, P=9.43^h, B-V=0.837^m, A=0.1803, Тип Sk, 05.IV.2011

2011	Март 11	13	25	09	-02	03	48	10.46	2.598	1.691	11.1	132.8	38.3
	Март 21	13	18	50	-01	02	31	10.20	2.589	1.627	7.2	17.4	92.8
	Март 31	13	10	47	+00	03	33	9.95	2.581	1.589	3.4	142.9	6.8
	Апр. 10	13	01	55	+01	07	09	9.95	2.572	1.579	3.7	91.9	42.9
	Апр. 20	12	53	20	+02	00	53	10.16	2.563	1.596	7.7	58.1	89.0

Дата		α (2000.0) ч м с	δ (2000.0) ° ' "	V m	r а. е.	Δ а. е.	β °	Расст. Луны °	фаза %
Апр.	30	12 46 01	+02 39 09	10.37	2.553	1.638	11.7	168.3	5.5
Май	10	12 40 42	+02 58 35	10.58	2.544	1.702	15.3	50.0	50.0
Май	20	12 37 51	+02 58 26	10.77	2.534	1.783	18.3	96.6	85.5

10 Гигея D=407 км, P=27.623^h, B-V=0.696^m, A=0.072, Тип C, 13.V.2011

2011	Апр.	20	15 30 26	-23 59 08	9.59	2.777	1.840	9.2	13.0	89.0
	Апр.	30	15 23 37	-23 35 07	9.36	2.775	1.791	5.5	138.8	5.5
	Май	10	15 15 41	-23 01 05	9.12	2.774	1.767	2.0	92.7	50.0
	Май	20	15 07 39	-22 20 12	9.23	2.773	1.771	3.5	53.8	85.5
	Май	30	15 00 27	-21 36 54	9.46	2.773	1.801	7.3	176.4	4.1
	Июнь	09	14 54 55	-20 56 06	9.67	2.773	1.855	10.9	48.6	58.9
	Июнь	19	14 51 35	-20 22 03	9.88	2.774	1.931	14.0	91.6	82.3
	Июнь	29	14 50 39	-19 57 29	10.07	2.775	2.026	16.6	146.6	2.5

43 Ариадна D=66 км, P=5.762^h, B-V=0.863^m, A=0.274, Тип Sk, 27.VI.2011

2011	Июнь	09	18 39 46	-22 43 49	9.65	1.840	0.855	11.2	100.5	58.9
	Июнь	19	18 31 34	-22 15 46	9.29	1.837	0.827	5.1	40.6	82.3
	Июнь	29	18 21 53	-21 47 09	9.04	1.835	0.819	1.6	164.3	2.5
	Июль	09	18 12 38	-21 19 12	9.44	1.834	0.832	7.8	55.2	67.9
	Июль	19	18 05 36	-20 54 03	9.77	1.835	0.864	13.7	78.9	79.6
	Июль	29	18 01 57	-20 33 47	10.07	1.837	0.915	18.8	155.9	1.1
	Авг.	08	18 02 13	-20 19 01	10.37	1.840	0.981	23.0	14.9	75.4
	Авг.	18	18 06 22	-20 08 47	10.64	1.845	1.059	26.3	110.6	77.2

21 Лютеция D=96 км, P=8.1655^h, B-V=0.686^m, A=0.2212, Тип Xk, 03.VII.2011

2011	Июнь	19	19 05 41	-24 10 35	9.96	2.163	1.171	7.8	33.3	82.3
	Июнь	29	18 56 40	-24 44 58	9.58	2.149	1.135	2.6	156.4	2.5
	Июль	09	18 46 36	-25 16 36	9.59	2.135	1.122	3.3	62.4	67.9
	Июль	19	18 37 07	-25 42 03	9.88	2.122	1.134	8.7	72.3	79.6
	Июль	29	18 29 39	-26 00 07	10.14	2.110	1.167	13.7	161.0	1.1
	Авг.	08	18 25 18	-26 11 11	10.38	2.098	1.219	18.1	19.5	75.4
	Авг.	18	18 24 37	-26 16 27	10.61	2.088	1.287	21.7	107.1	77.2

9 Метис D=190 км, P=5.079^h, B-V=0.858^m, A=0.118, 27.VII.2011

2011	Июль	09	20 50 24	-24 57 12	9.93	2.573	1.602	8.5	89.6	67.9
	Июль	19	20 41 33	-25 54 25	9.68	2.563	1.560	4.6	45.8	79.6
	Июль	29	20 31 22	-26 46 43	9.57	2.552	1.543	3.2	165.6	1.1
	Авг.	08	20 21 03	-27 28 06	9.75	2.542	1.553	6.5	45.2	75.4
	Авг.	18	20 11 53	-27 54 56	9.96	2.531	1.589	10.6	84.0	77.2
	Авг.	28	20 04 55	-28 06 29	10.16	2.519	1.647	14.3	143.4	0.3
	Сент.	07	20 00 50	-28 03 52	10.36	2.508	1.724	17.5	10.3	80.7

2 Паллада D=532 км, P=7.813^h, B-V=0.635^m, A=0.159, Тип B, 31.VII.2011

2011	Май	20	20 31 03	+16 40 56	10.14	3.388	3.036	17.0	44.2	85.5
	Май	30	20 31 00	+17 43 36	10.04	3.393	2.927	16.4	88.8	4.1
	Июнь	09	20 29 00	+18 34 07	9.94	3.397	2.826	15.5	130.3	58.9
	Июнь	19	20 25 07	+19 08 23	9.83	3.401	2.735	14.4	33.8	82.3
	Июнь	29	20 19 31	+19 22 23	9.72	3.404	2.659	13.2	118.3	2.5
	Июль	09	20 12 34	+19 12 31	9.63	3.407	2.600	11.9	95.1	67.9
	Июль	19	20 04 46	+18 36 49	9.56	3.409	2.563	10.9	50.8	79.6
	Июль	29	19 56 47	+17 35 19	9.52	3.410	2.548	10.4	144.6	1.1
	Авг.	08	19 49 17	+16 10 26	9.54	3.411	2.557	10.6	57.7	75.4
	Авг.	18	19 42 55	+14 27 01	9.60	3.411	2.591	11.4	81.0	77.2
	Авг.	28	19 38 08	+12 31 07	9.70	3.411	2.647	12.6	138.8	0.3
	Сент.	07	19 35 15	+10 29 14	9.81	3.410	2.724	13.9	30.0	80.7

Дата	α (2000.0)			δ (2000.0)			V	r	Δ	β	Расст. Луны	фаза %
	ч	м	с	°	'	''	m	а. е.	а. е.	°	°	
Сент. 17	19	34	25	+08	27	27	9.93	3.409	2.820	15.0	113.0	74.9
Сент. 27	19	35	37	+06	30	32	10.04	3.407	2.930	16.0	107.4	0.5
Окт. 07	19	38	44	+04	42	09	10.15	3.404	3.052	16.6	35.6	84.1
Окт. 17	19	43	38	+03	04	43	10.25	3.401	3.180	16.9	143.0	71.9

4 Веста D=530 км, P=5.342^h, B-V=0.782^m, A=0.423, Тип V, 04.VIII.2011

2011	Июль	09	21	28	02	-19	31	35	6.11	2.219	1.286	13.7	99.7	67.9
	Июль	19	21	21	57	-20	49	20	5.90	2.226	1.245	9.1	35.3	79.6
	Июль	29	21	13	39	-22	11	26	5.70	2.235	1.227	4.4	158.3	1.1
	Авг.	08	21	04	15	-23	28	27	5.68	2.243	1.234	3.4	55.5	75.4
	Авг.	18	20	55	11	-24	32	01	5.91	2.252	1.266	7.7	73.7	77.2
	Авг.	28	20	47	45	-25	17	06	6.16	2.261	1.320	12.2	152.7	0.3
	Сент.	07	20	42	57	-25	42	02	6.40	2.270	1.396	16.1	16.6	80.7
	Сент.	17	20	41	17	-25	48	05	6.64	2.279	1.489	19.3	108.8	74.9

1 Церера D=952 км, P=9.075^h, B-V=0.713^m, A=0.090, Тип C, 16.IX.2011

2011	Авг.	18	00	20	23	-14	15	24	8.06	2.975	2.098	11.6	29.9	77.2
	Авг.	28	00	15	19	-15	19	40	7.87	2.972	2.036	8.8	147.1	0.3
	Сент.	07	00	08	27	-16	23	08	7.71	2.970	1.999	6.3	64.4	80.7
	Сент.	17	00	00	26	-17	18	55	7.65	2.967	1.988	5.3	63.3	74.9
	Сент.	27	23	52	03	-18	00	52	7.74	2.964	2.005	6.8	151.6	0.5
	Окт.	07	23	44	12	-18	24	22	7.90	2.961	2.048	9.4	29.1	84.1
	Окт.	17	23	37	42	-18	27	31	8.09	2.957	2.116	12.2	99.8	71.9
	Окт.	27	23	33	05	-18	10	46	8.26	2.954	2.204	14.6	116.2	1.7
	Нояб.	06	23	30	42	-17	35	52	8.43	2.950	2.310	16.6	22.6	86.1
	Нояб.	16	23	30	37	-16	45	37	8.59	2.946	2.429	18.1	133.7	67.8

27 Эвтерпа D=96 км, P=10.41^h, B-V=0.878^m, A=0.162, Тип S, 03.X.2011

2011	Авг.	18	01	06	22	+04	30	38	10.75	2.307	1.538	20.1	8.031	77.2
	Авг.	28	01	05	57	+04	17	23	10.49	2.287	1.433	17.1	134.2	0.3
	Сент.	07	01	02	38	+03	47	00	10.20	2.267	1.345	13.3	83.4	80.7
	Сент.	17	00	56	34	+03	01	22	9.89	2.248	1.276	8.7	40.7	74.9
	Сент.	27	00	48	19	+02	04	43	9.54	2.228	1.231	3.6	171.7	0.5
	Окт.	07	00	38	55	+01	04	24	9.41	2.208	1.212	2.4	42.8	84.1
	Окт.	17	00	29	43	+00	09	16	9.68	2.189	1.218	7.7	81.1	71.9
	Окт.	27	00	22	01	-00	32	35	9.92	2.170	1.248	12.9	135.9	1.7
	Нояб.	06	00	16	51	-00	55	15	10.15	2.151	1.299	17.3	7.803	86.1
	Нояб.	16	00	14	47	-00	56	18	10.36	2.133	1.367	21.1	119.8	67.8
	Нояб.	26	00	15	56	-00	35	54	10.56	2.115	1.449	23.9	97.6	3.6
	Дек.	06	00	20	11	+00	04	21	10.73	2.098	1.540	26.1	28.3	87.3

29 Амфитрита D=212 км, P=5.39^h, B-V=0.838^m, A=0.179, Тип S, 05.XI.2011

2011	Авг.	18	02	50	01	+19	31	23	10.35	2.401	2.017	24.5	23.4	77.2
	Авг.	28	02	57	05	+20	34	06	10.18	2.397	1.895	23.7	104.2	0.3
	Сент.	07	03	01	50	+21	29	20	10.00	2.392	1.778	22.3	116.3	80.7
	Сент.	17	03	03	51	+22	16	03	9.80	2.388	1.671	20.2	6.002	74.9
	Сент.	27	03	02	51	+22	52	37	9.59	2.385	1.575	17.5	140.6	0.5
	Окт.	07	02	58	41	+23	16	48	9.36	2.381	1.495	14.0	81.5	84.1
	Окт.	17	02	51	37	+23	26	28	9.12	2.378	1.435	9.9	41.4	71.9
	Окт.	27	02	42	20	+23	20	18	8.88	2.376	1.398	5.6	174.5	1.7
	Нояб.	06	02	32	01	+22	59	22	8.74	2.374	1.388	3.2	42.6	86.1
	Нояб.	16	02	22	06	+22	27	57	8.92	2.372	1.404	6.3	83.2	67.8
	Нояб.	26	02	13	55	+21	52	33	9.16	2.370	1.446	10.7	132.2	3.6
	Дек.	06	02	08	25	+21	20	20	9.39	2.369	1.512	14.7	6.640	87.3
	Дек.	16	02	06	06	+20	57	01	9.62	2.368	1.597	18.0	124.2	62.1

Дата		α (2000.0)			δ (2000.0)			V	r	Δ	β	Расст. Луны	фаза
		ч	м	с	°	'	''	м	а. е.	а. е.	°	°	%
2012	Дек. 26	02	06	59	+20	45	49	9.83	2.368	1.697	20.6	94.8	5.5
	Янв. 05	02	10	56	+20	47	51	10.02	2.368	1.809	22.5	27.8	88.3
	Янв. 15	02	17	36	+21	02	24	10.20	2.369	1.929	23.7	160.0	55.1
	Янв. 25	02	26	38	+21	27	44	10.35	2.369	2.053	24.3	65.5	7.0

40 Гармония D=108 км, P=8.91^h, B-V=0.854^m, A=0.242, Тип S, 11.XI.2011

2011	Сент. 07	03	34	55	+13	53	28	10.90	2.169	1.609	25.9	122.3	80.7
	Сент. 17	03	40	12	+13	58	53	10.70	2.172	1.507	24.0	6.906	74.9
	Сент. 27	03	42	25	+13	54	39	10.49	2.174	1.414	21.4	132.4	0.5
	Окт. 07	03	41	14	+13	41	36	10.25	2.177	1.333	18.0	89.6	84.1
	Окт. 17	03	36	36	+13	21	08	10.00	2.181	1.268	13.8	33.2	71.9
	Окт. 27	03	28	52	+12	55	26	9.74	2.184	1.223	8.9	170.3	1.7
	Нояб. 06	03	18	56	+12	28	09	9.47	2.188	1.203	3.9	51.4	86.1
	Нояб. 16	03	08	11	+12	04	02	9.46	2.191	1.208	3.5	74.8	67.8
	Нояб. 26	02	58	09	+11	48	03	9.76	2.195	1.239	8.4	139.6	3.6
	Дек. 06	02	50	13	+11	44	28	10.05	2.200	1.295	13.2	13.5	87.3
	Дек. 16	02	45	16	+11	55	24	10.32	2.204	1.372	17.3	117.2	62.1
	Дек. 26	02	43	37	+12	20	58	10.57	2.209	1.466	20.6	101.1	5.5
	2012 Янв. 05	02	45	17	+12	59	49	10.81	2.213	1.573	23.0	22.0	88.3

30 Урания D=100 км, P=13.686^h, B-V=0.873^m, A=0.1714, Тип SI, 13.XI.2011

2011	Сент. 07	03	24	32	+21	36	47	11.18	2.066	1.485	27.2	121.5	80.7
	Сент. 17	03	31	11	+22	14	39	10.98	2.064	1.386	25.3	2.109	74.9
	Сент. 27	03	34	41	+22	41	06	10.75	2.064	1.295	22.7	133.5	0.5
	Окт. 07	03	34	37	+22	54	45	10.51	2.064	1.216	19.2	89.5	84.1
	Окт. 17	03	30	54	+22	54	00	10.25	2.065	1.153	14.9	32.5	71.9
	Окт. 27	03	23	50	+22	37	30	9.97	2.067	1.108	9.8	174.2	1.7
	Нояб. 06	03	14	26	+22	05	47	9.67	2.070	1.086	4.3	51.7	86.1
	Нояб. 16	03	04	15	+21	22	37	9.59	2.074	1.088	2.7	73.9	67.8
	Нояб. 26	02	54	57	+20	34	50	9.92	2.079	1.115	8.0	141.3	3.6
	Дек. 06	02	48	03	+19	50	46	10.23	2.084	1.166	13.1	13.0	87.3
	Дек. 16	02	44	24	+19	17	22	10.52	2.091	1.238	17.5	116.0	62.1
	Дек. 26	02	44	18	+18	58	29	10.79	2.098	1.327	21.0	102.8	5.5
	2012 Янв. 05	02	47	41	+18	55	10	11.04	2.105	1.429	23.7	19.5	88.3

15 Эвномия D=255 км, P=6.083^h, B-V=0.839^m, A=0.2094, Тип S, 29.XI.2011

2011	Авг. 08	03	22	53	+31	01	43	9.64	2.145	2.080	27.7	157.5	75.4
	Авг. 18	03	39	24	+32	30	11	9.54	2.145	1.975	28.0	38.4	77.2
	Авг. 28	03	54	38	+33	50	26	9.42	2.146	1.869	28.0	89.4	0.3
	Сент. 07	04	08	11	+35	02	27	9.29	2.148	1.765	27.7	131.9	80.7
	Сент. 17	04	19	33	+36	06	11	9.14	2.151	1.663	26.8	19.4	74.9
	Сент. 27	04	28	09	+37	01	13	8.98	2.155	1.566	25.5	119.3	0.5
	Окт. 07	04	33	26	+37	46	10	8.80	2.161	1.476	23.5	103.5	84.1
	Окт. 17	04	34	55	+38	18	23	8.61	2.167	1.395	20.8	23.3	71.9
	Окт. 27	04	32	20	+38	33	43	8.41	2.175	1.327	17.5	153.0	1.7
	Нояб. 06	04	25	55	+38	26	37	8.21	2.184	1.276	13.6	70.2	86.1
	Нояб. 16	04	16	35	+37	52	34	8.04	2.194	1.245	9.7	57.4	67.8
	Нояб. 26	04	05	51	+36	50	24	7.93	2.205	1.239	7.0	155.0	3.6
	Дек. 06	03	55	37	+35	24	43	8.01	2.216	1.258	7.7	33.3	87.3
	Дек. 16	03	47	35	+33	45	30	8.22	2.229	1.302	11.0	99.3	62.1
	Дек. 26	03	42	45	+32	04	18	8.46	2.243	1.369	14.7	117.8	5.5
	2012 Янв. 05	03	41	34	+30	30	52	8.71	2.257	1.457	18.1	11.1	88.3
2012	Янв. 15	03	43	54	+29	10	58	8.96	2.272	1.562	20.7	138.9	55.1
	Янв. 25	03	49	25	+28	06	30	9.18	2.288	1.680	22.7	85.2	7.0

Тесные сближения астероидов с Землей

На 4 октября 2010 года открыто и каталогизировано 7235 астероидов, которые периодически сближаются с Землей (АСЗ). Из них 818 астероидов имеют диаметр $D > 1$ км. За неполный 2010 год открыто 588 новых АСЗ, из них 12 диаметром > 1 км.

В таблице 2 приведен список астероидов, которые в 2011 году сближаются с Землей на расстояние менее 0.2 а.е. Однако, известно, что тесных сближений еще неоткрытых астероидов с Землей будет значительно больше! На рис. 1 приведены наблюдавшиеся сближения астероидов с Землей в 2010 году. В январе-сентябре 2010 года наблюдалось 142 сближения астероидов на расстояние менее 10 расстояний до Луны (LD), а заранее известно было только о 6 из них! (См. ОАК-2010, стр. 78). При этом 13 АСЗ пролетели внутри лунной орбиты. Потенциально опасных для Земли астероидов известно 1140, из них 149 крупнее 1 км.

Таблица 2

Тесные сближения астероидов с Землей

JD	Дата	Мин. расст., а.е.	LD	Астероид
2455570.59	2011 янв. 9.09	0.01080	4.186	2009 BS5
2455573.23	2011 янв. 11.7	0.04769	18.485	2000 AZ93
2455573.41	2011 янв. 11.9	0.09976	38.669	2005 EE
2455574.49	2011 янв. 13	0.18010	69.810	1992 BF
2455580.15	2011 янв. 18.7	0.18070	70.042	2001 BA16
2455584.11	2011 янв. 22.6	0.18990	73.608	2002 BN
2455593.19	2011 янв. 31.7	0.12530	48.568	2001 CQ36
2455593.34	2011 янв. 31.8	0.09590	37.172	1999 CG9
2455595.78	2011 февр. 3.28	0.09734	37.731	1998 HE3
2455597.32	2011 февр. 4.82	0.14620	56.670	2000 WO107
2455604.25	2011 февр. 11.8	0.09312	36.095	2008 CQ116
2455608.57	2011 февр. 16.1	0.03833	14.857	2009 QH6
2455620.74	2011 февр. 28.2	0.06594	25.559	2009 FY4
2455626.51	2011 март 6.01	0.08320	32.250	2010 CO1
2455631.01	2011 март 10.5	0.08991	34.851	2008 EY5
2455631.49	2011 март 11	0.11690	45.312	(23187) 2000 PN9
2455631.67	2011 март 11.2	0.03222	12.489	2008 FL7
2455632.07	2011 март 11.6	0.07270	28.180	2005 EY169
2455635.11	2011 март 14.6	0.03000	11.629	2008 EF85
2455635.25	2011 март 14.8	0.05820	22.559	2005 ES70
2455635.59	2011 март 15.1	0.17600	68.221	2001 FO127
2455635.75	2011 март 15.3	0.05643	21.873	2009 EG1
2455638.06	2011 март 17.6	0.10210	39.576	(11885) 1990 SS
2455643.59	2011 март 23.1	0.05321	20.625	2010 FN
2455654.21	2011 апр. 2.71	0.09617	37.277	2009 UD
2455654.59	2011 апр. 3.09	0.17890	69.345	(85953) 1999 FK21
2455658.17	2011 апр. 6.67	0.08159	31.626	2009 HE60
2455667.4	2011 апр. 15.9	0.16060	62.251	2002 DB4
2455675.18	2011 апр. 23.7	0.06887	26.695	2010 HW20
2455676.54	2011 апр. 25	0.09770	37.870	1994 GL
2455679.4	2011 апр. 27.9	0.02280	8.838	2008 UC202
2455680.55	2011 апр. 29.1	0.06091	23.610	2008 JV2
2455683.65	2011 май 2.15	0.02223	8.617	2009 UK20
2455685.6	2011 май 4.1	0.14470	56.088	1998 VE31
2455687.99	2011 май 6.49	0.07426	28.784	2010 KX7
2455699.56	2011 май 18.1	0.08913	34.548	2002 CQ11
2455699.56	2011 май 18.1	0.08913	34.548	(141432) 2002 CQ11
2455702.97	2011 май 21.5	0.08359	32.401	2009 UO1
2455704.41	2011 май 22.9	0.14040	54.421	1999 NA5
2455714.54	2011 июнь 2.04	0.00231	0.895	2009 BD
2455721.41	2011 июнь 8.91	0.07438	28.831	2008 LC
2455725.28	2011 июнь 12.8	0.10840	42.018	2001 VH75

JD	Дата	Мин. расст., а.е.	LD	Астероид
2455731.73	2011 июнь 19.2	0.09274	35.948	1998 KM3
2455736	2011 июнь 23.5	0.13790	53.452	(65909) 1998 FH12
2455736.92	2011 июнь 24.4	0.04120	15.970	2009 WW104
2455745.34	2011 июль 2.84	0.09032	35.010	2001 QP181
2455754.86	2011 июль 12.4	0.07331	28.416	2008 LV16
2455760.23	2011 июль 17.7	0.14710	57.018	1999 VT25
2455764.76	2011 июль 22.3	0.03400	13.179	2007 RQ17
2455766	2011 июль 23.5	0.02388	9.256	2007 DD
2455778.47	2011 авг. 4.97	0.15280	59.228	(3103) Eger
2455783.7	2011 авг. 10.2	0.11060	42.870	2002 CU46
2455787.74	2011 авг. 14.2	0.19770	76.632	1988 TA
2455788.82	2011 авг. 15.3	0.06008	23.288	45P/Honda-Mrkos-Pajdusak
2455791.3	2011 авг. 17.8	0.17620	68.298	1996 PC1
2455792.77	2011 авг. 19.3	0.12810	49.654	1996 MQ
2455800.36	2011 авг. 26.9	0.08834	34.242	2000 CP101
2455801.75	2011 авг. 28.3	0.07780	30.157	2010 JW34
2455801.99	2011 авг. 28.5	0.05082	19.699	2002 JR100
2455806.06	2011 сент. 1.56	0.08820	34.188	2009 SJ1
2455811.41	2011 сент. 6.91	0.08447	32.742	2008 EK1
2455815.54	2011 сент. 11.04	0.17660	68.453	1999 RQ36
2455821.46	2011 сент. 16.96	0.08572	33.227	1991 TF3
2455822.08	2011 сент. 17.58	0.05445	21.106	2001 FA58
2455824.81	2011 сент. 20.31	0.08548	33.134	2009 UR5
2455833.03	2011 сент. 28.53	0.07700	29.847	2009 SH2
2455835.4	2011 сент. 30.90	0.08165	31.649	2009 HV2
2455836.11	2011 окт. 1.61	0.07869	30.502	2009 DO111
2455844.25	2011 окт. 9.75	0.07250	28.102	1998 SD9
2455846.38	2011 окт. 11.9	0.03908	15.148	2010 GM65
2455847.65	2011 окт. 13.2	0.12810	49.654	2000 OJ8
2455848.07	2011 окт. 13.6	0.09256	35.878	2009 WA54
2455848.7	2011 окт. 14.2	0.06809	26.393	2009 FJ44
2455849.87	2011 окт. 15.4	0.08447	32.742	1990 UA
2455851.81	2011 окт. 17.3	0.00297	1.151	2009 TM8
2455852.6	2011 окт. 18.1	0.05512	21.365	2009 UC
2455854.89	2011 окт. 20.4	0.06637	25.726	2000 AB6
2455855.74	2011 окт. 21.2	0.11490	44.537	2001 UP
2455858.53	2011 окт. 24	0.06533	25.323	2003 FH
2455861.49	2011 окт. 27	0.09019	34.959	1993 VD
2455862.58	2011 окт. 28.1	0.08428	32.668	2005 CJ
2455868.53	2011 нояб. 3.03	0.00731	2.833	2009 WN6
2455870.07	2011 нояб. 4.57	0.04795	18.586	2009 VS44
2455874.44	2011 нояб. 8.94	0.07422	28.769	2005 XB1
2455874.48	2011 нояб. 8.98	0.00217	0.841	2005 YU55
2455877.93	2011 нояб. 12.4	0.13180	51.088	2000 WN10
2455879.38	2011 нояб. 13.9	0.04514	17.497	2008 UR
2455880.02	2011 нояб. 14.5	0.15480	60.003	2001 WV1
2455882.48	2011 нояб. 17	0.17670	68.492	(10145) 1994 CK1
2455887.76	2011 нояб. 22.3	0.06862	26.598	2008 KC6
2455888.28	2011 нояб. 22.8	0.04024	15.598	2008 DG4
2455893.31	2011 нояб. 27.8	0.06738	26.118	2008 KT
2455894.14	2011 нояб. 28.6	0.09550	37.017	2009 WY104
2455894.16	2011 нояб. 28.7	0.11820	45.816	1994 XL1
2455895.13	2011 нояб. 29.6	0.09182	35.591	2005 AN26
2455897.25	2011 дек. 1.75	0.07686	29.792	2008 KO
2455909.91	2011 дек. 14.4	0.03350	12.985	2004 BG41
2455911.47	2011 дек. 16	0.03203	12.415	2008 AA31
2455915.64	2011 дек. 20.1	0.19910	77.175	1999 XP35
2455919.71	2011 дек. 24.2	0.09159	35.502	2008 AF3
2455921.66	2011 дек. 26.2	0.00735	2.849	2000 YA
2455924.23	2011 дек. 28.7	0.05703	22.106	2003 AK18
2455924.82	2011 дек. 29.3	0.05893	22.842	2001 YE4

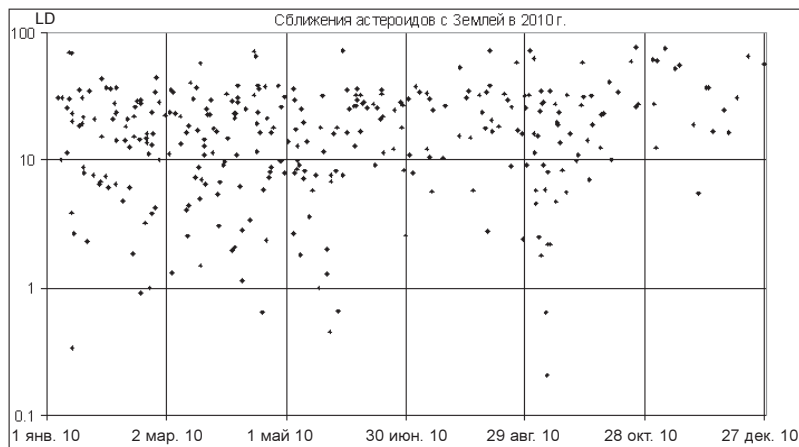


Рис. 1. Распределение расстояний в состоявшихся сближениях астероидов с Землей в 2010 году (LD – расстояние от Земли до Луны)

На рис. 2 приведена диаграмма всех наблюдавшихся наиболее “тесных” сближений астероидов с Землей на расстояния менее 0.01 а.е. ($\approx 235R_E$), начиная с 1937 года. По оси Y указан размер астероида, а по оси X – минимальное расстояние, на котором он прошел от центра Земли. Видно, что имело место сближение на расстояние, равное радиусу Земли, т.е. астероид фактически коснулся атмосферы Земли и был “отброшен” ею обратно в космос! Это произошло в октябре 2008 года.

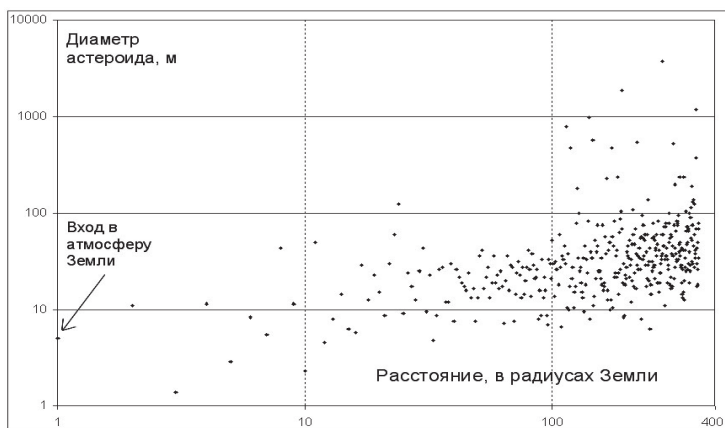


Рис. 2. Все наблюдавшиеся наиболее тесные сближения астероидов с Землей

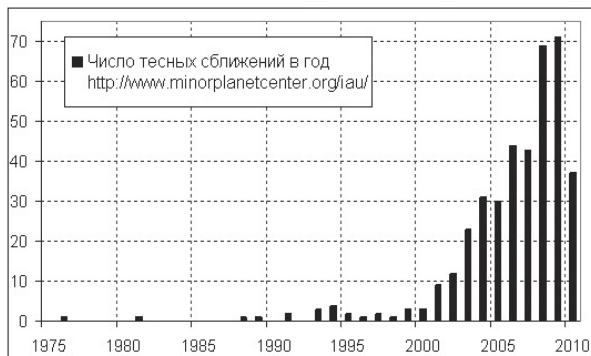


Рис. 3.

На рис. 3 приведена диаграмма, показывающая распределение по числу наиболее тесных сближений АСЗ, наблюдавшихся в разные годы. Очевидно, что за последние 10 лет это число с открытием новых объектов неуклонно растет.

Двойные системы среди астероидов и транснептуновых объектов

Астероидную систему, в которой размеры спутника сопоставимы с размером астероида, называют двойным астероидом. В 1978 году был открыт спутник Плутона Харон. Хотя открытие Харона было очень важным событием, в то время оно не связывалось непосредственно со спутниками астероидов, поскольку Плутон считался полноценной планетой. В октябре 1991 года летевшая к Юпитеру межпланетная станция «Галилео», пересекая главный пояс астероидов, сфотографировала астероид Гаспра с расстояния около 10000 километров. Далее последовало фотографирование других астероидов и открытие в 1993 году спутника у астероида 243 Ида. Сам астероид Ида имеет размер около 30 км, а его спутник, названный Дактиль, — всего 1.4 км.

Предположение о двойственности некоторых астероидов давно высказаны астрономами (исходя из особенностей их кривых блеска, которые могут быть объяснены наличием у астероида спутника). При определенных условиях в двойных системах можно наблюдать такие явления, как взаимные покрытия и затмения компонентов (взаимные явления). Когда один из компонентов закрывает от наблюдателя часть поверхности другого компонента или отбрасывает на компаньона тень, то в это время можно наблюдать падение суммарного блеска двойного астероида.

С целью поиска двойных астероидов были задействованы и средства адаптивной оптики. В результате исследования нескольких астероидов с помощью канадо-французско-гавайского телескопа (CFHT) в обсерватории Мауна Кеа удалось обнаружить двойственность астероида 90 Antiope и найти спутники у астероидов 45 Eugenia, 762 Pulcova и 87 Sylvia.

Разными методами сейчас открыто около двух сотен двойных и кратных астероидов в Солнечной системе. Так, астероид Сильвия оказался тройным астероидом. Саму Сильвию открыли в 1866 году. Это довольно крупный астероид, названный в честь героини римской мифологии Сильвии, матери основателей Рима

– Ромула и Рема. Два спутника астероида (первый открыт в 2001 году, второй – в 2005) получили имена сыновей Сильвии. Размер Ромула – 18 км, расстояние от Сильвии – 1356 км, период обращения вокруг Сильвии – 87.6 часа; размер Рема – 7 км, расстояние от Сильвии – 706 км, период обращения – 33.1 часа.

С помощью адаптивной оптики были обнаружены двойные астероиды и среди “троянец” – это 624 Hektor и 671 Patroclus, компоненты которого почти одинаковые. В 2000 году с помощью CFHT была обнаружена двойственность первого астероида из пояса Эдварта-Койпера.

Астероиды, сближающиеся с Землей (АСЗ), обычно обладают небольшими размерами – от нескольких десятков или сотен метров до нескольких километров. Поэтому обнаружить двойственность таких объектов визуальными средствами трудно. Однако с помощью радарных наблюдений во время сближений с Землей или фотометрическими методами двойные АСЗ обнаружены. Кривая блеска астероида, по которой определяют двойственность астероида, может содержать два периода колебаний блеска. Короткий период объясняется осевым вращением главного несферического компонента, а долгопериодическая составляющая кривой объясняется происходящими в системе взаимными покрытиями и/или затмениями.

В настоящее время для объяснения образования двойных астероидов рассматриваются в основном процессы, при которых происходит столкновение и распад родительских тел. Если такие процессы происходили на ранней стадии формирования Солнечной системы, то не исключено существование остатков первичной популяции двойных астероидов. Тогда современная популяция двойных астероидов может состоять как из древних, так и из недавно образованных пар. Возраст двойного астероида можно определить по количеству кратеров на поверхности его компонентов. Например, система Ида-Дактиль, густо усыпанная кратерами, достаточно старая, ее возраст порядка 4.5 миллиардов лет.

При столкновении двух тел возможны следующие варианты образования двойного астероида: распад крупного астероида из-за быстрого вращения, приобретенного в результате касательного столкновения с небольшим телом; выброс обломков на орбиту в результате некатастрофического касательного столкновения; взаимный захват в гравитационно-связанную пару обломков, образованных в результате катастрофического столкновения двух тел.

Двойные астероиды обращаются по эллиптическим орбитам вокруг общего центра масс. Приливные воздействия астероида на спутник оказывают влияние на параметры его орбиты и выравнивают оси вращения обоих объектов с осью главного момента инерции системы. Если период вращения главного компонента меньше периода обращения спутника вокруг него, то со временем спутник отдаляется, а период вращения главного тела – замедляется.

Открытие спутников позволяет лучше изучить астероиды, поскольку знание спутниковых орбит имеет большое значение для получения фундаментальных физических параметров двойной системы, таких как масса, и проливает свет на её возможное формирование и эволюцию.

Нынешний перечень включает 191 кратную систему: 181 двойная, 9 тройных систем и квадрупольная система Плутона. Эти системы включают в себя 38 околоземных астероидов (два с двумя спутниками), 11 астероидов, пересекающих орбиту Марса, 72 астероида главного пояса (пять с двумя спутниками), 4 астероида из юпитерианских Троянцев и 66 транснептуновых объектов (два с двумя спутниками, один – с тремя спутниками) [<http://www.johnstonsarchive.net/astro/asteroidmoons.html>, <http://sbn.psi.edu/pds/resource/binmp.html>].

Таблица 3

Номер и имя главного компаньона	Обозначение	Полуось орбиты, а.е.	Эксцентриситет орбиты	Наклонение орбиты, град.	Диаметр главного компаньона, км	Период осевого враще- ния гл. компаньона, ч	Полуось двойной системы, км	Диаметр спутника, км	Орбитальный период двойной системы, дни	Масса двойной системы, кг
22 Kalliope	-	2.91	0.1	14	181	4.148	1095	26	3.596	$8.1 \cdot 10^{18}$
41 Daphne	-	2.76	0.27	16	174	5.988	443	2	1.6	-
45 Eugenia	-	2.72	0.08	7	214.6	5.699	1180	7	4.765	$5.69 \cdot 10^{18}$
45 Eugenia	-	2.72	0.08	7	214.6	5.699	540	6	1.48	$5.69 \cdot 10^{18}$
87 Sylvia	-	3.49	0.08	11	143	5.184	1356	18	3.65	$1.48 \cdot 10^{19}$
87 Sylvia	-	3.49	0.08	11	143	5.184	706	7	1.379	$1.48 \cdot 10^{19}$
90 Antiope	-	3.16	0.16	2	87.8	16.505	171	83.8	0.6877	$8.28 \cdot 10^{17}$
93 Minerva	-	2.75	0.14	9	141.6	5.983	630	4	2.9	-
93 Minerva	-	2.75	0.14	9	141.6	5.983	380	3	1.3	-
107 Camilla	-	3.48	0.08	10	222.6	4.844	1250	16	3.722	$1.12 \cdot 10^{19}$
216 Hermione	-	3.44	0.14	8	187	5.551	747	32	2.563	$4.7 \cdot 10^{18}$
130 Elektra	-	3.12	0.21	23	182.2	5.225	1318	7	5.258	$6.6 \cdot 10^{18}$
216 Kleopatra	-	2.8	0.25	13	108	5.385	650	5	3.1	-
216 Kleopatra	-	2.8	0.25	13	108	5.385	380	3	1.4	-
243 Ida	-	2.87	0.04	1	31.4	4.634	108	1.4	1.54	$4.2 \cdot 10^{16}$
283 Emma	-	3.04	0.15	8	148.1	6.888	581	9	3.353	$1.38 \cdot 10^{18}$
317 Roxane	-	2.29	0.09	2	18.67	8.169	257	5.3	15	-
379 Huenna	-	3.13	0.19	2	92.3	7.022	3336	5.8	87.6	$3.83 \cdot 10^{17}$
617 Patroclus	1906 VY	5.22	0.14	22	106	103.02	680	98	4.283	$1.36 \cdot 10^{18}$
624 Hektor	1907 XM	5.24	0.02	18	250	6.921	1200	15	2.6	-
702 Alauda	1910 KQ	3.19	0.02	21	194.7	8.354	900	6	3	-
762 Pulcova	1913 SQ	3.15	0.1	13	137.1	5.839	703	19	4.438	$1.4 \cdot 10^{18}$
809 Lundia	1915 XP	2.28	0.19	7	6.9	15.418	15.8	6.1	0.6424	-
854 Frostia	1916 S29	2.37	0.17	6	13.73	37.728	17.3	9.94	1.572	$1.06 \cdot 10^{15}$
939 Isberga	1920 HR	2.25	0.18	3	12.3	2.917	30	-	1.117	-
1089 Tama	1927 WB	2.21	0.13	4	10.6	16.444	10.3	7.3	0.6852	$8.9 \cdot 10^{14}$
1139 Atami	1929 XE	1.95	0.26	13	6	27.45	15	5	1.144	-
1313 Berna	1933 QG	2.66	0.21	13	15.18	25.464	17.2	1.93	1.061	$2.26 \cdot 10^{15}$
1333 Cevenola	1934 DA	2.63	0.13	15	17.3	4.88	-	-	-	-
1338 Duponta	1934 XA	2.26	0.11	5	11.2	3.855	20	2.6	0.7321	-
1453 Fennia	1938 ED1	1.9	0.03	24	7.2	4.412	16	2	0.9579	-
1509 Esclangona	1938 YG	1.87	0.03	22	8.17	3.253	140	2.7	21	-
1717 Arlon	1954 AC	2.2	0.13	6	8.7	5.148	16	-	0.7598	-
1830 Pogson	1968 HA	2.19	0.06	4	10.2	2.57	23	3.3	1.01	-
1862 Apollo	1932 HA	1.47	0.56	6	1.6	3.065	3	0.08	0.79	-
1866 Sisyphus	1972 XA	1.89	0.54	41	8.48	2.7	-	-	-	-
2006 Polonskaya	1973 SB3	2.32	0.19	5	9.7	3.118	18	2.1	0.7979	-
2044 Wirt	1950 VE	2.38	0.34	24	6.7	3.69	13	1.68	0.7904	-
2131 Mayall	1975 RA	1.89	0.11	34	7.5	2.568	16	2	0.9783	-
2478 Tokai	1981 JC	2.23	0.07	4	7.4	25.885	19	5.3	1.079	-
2486 Metsahovi	1939 FY	2.27	0.08	8	10.9	4.452	-	-	-	-
2577 Litva	1975 EE3	1.9	0.14	23	7.2	2.814	21	2.5	1.491	-
2754 Efimov	1966 PD	2.23	0.23	6	6.5	2.45	10	1.3	0.6152	-
3073 Kursk	1979 SW11	2.24	0.14	5	6.4	3.447	22	1.6	1.873	-
3169 Ostro	1981 LA	1.89	0.07	25	3.6	6.509	4.8	3.1	0.2712	-
3309 Brorfelde	1982 BH	1.82	0.05	21	5.3	2.504	10	1.4	0.77	-
3671 Dionysus	1984 KD	2.2	0.54	14	1.5	2.705	3.6	0.3	1.155	-
3673 Levy	1985 QS	2.34	0.19	7	8	2.688	17	2.2	0.9	-

Номер и имя главного компаньона	Обозначение	Полуось орбиты, а.е.		Эксцентриситет орбиты	Наклонение орбиты, град.	Диаметр главного компаньона, км	Период осевого враще- ния гл. компаньона, ч	Полуось двойной системы, км	Диаметр спутника, км	Орбитальный период двойной системы, дни	Масса двойной системы, кг
3703 Volkonskaya	1978 PU3	2.33	0.13	7		3	3.235	6.7	1.2	1	-
3749 Balam	1982 BG1	2.24	0.11	5		6.1	2.805	289	2.8	61	$5.1 \cdot 10^{14}$
3749 Balam	1982 BG1	2.24	0.11	5		6.1	2.805	20	2.5	1.391	$5.1 \cdot 10^{14}$
3782 Celle	1986 TE	2.41	0.1	5		6.1	3.839	20	2.6	1.524	-
3868 Mendoza	4575 P-L	2.33	0.1	8		8.1	2.771	18	1.8	1.016	-
3982 Kastel	1984 JP1	2.26	0.22	5		7.6	8.488	-	-	-	-
4029 Bridges	1982 KC1	2.53	0.13	5		8.4	3.575	14	2	0.6796	-
4492 Debussy	1988 SH	2.77	0.18	8	10.08	26.606	9.36	6.48	1.109	3.34	10^{14}
4607 Seilandfarm	1987 WR	2.26	0.02	2		8.3	3.968	22	2.4	1.318	-
4674 Pauling	1989 JC	1.86	0.07	19		8	2.531	250	2.5	53	-
4786 Tatianina	1985 PE2	2.36	0.19	7		7.4	2.923	15	1.4	0.9029	-
4951 Iwamoto	1990 BM	2.26	0.17	8		4	118	30	3.5	4.917	-
5381 Sekhmet	1991 JY	0.95	0.3	49		1	2.7	1.54	0.3	0.5208	$1.06 \cdot 10^{12}$
5407 -	1992 AX	1.84	0.28	11		3.9	2.549	5.9	0.78	0.5633	-
5477 -	1989 UH2	1.92	0.08	23		6.5	2.994	15	2.4	1.018	-
5481 Kiuchi	1990 CH	2.34	0.06	6		7.9	3.62	16	2.6	0.8708	-
5899 Jedicke	1986 AH	1.93	0.12	24		5	3.5	8.7	1.6	0.696	-
5905 Johnson	1989 CJ1	1.91	0.07	28		5	3.782	11	2	0.9077	-
6084 Bascom	1985 CT	2.31	0.24	23		8.5	2.745	28	3.2	1.813	-
6244 Okamoto	1990 QF	2.16	0.15	5		6.1	2.896	12	1.5	0.8467	-
6265 -	1985 TW3	2.17	0.19	4		6.4	2.709	11	1.5	0.6608	-
6615 Plutarchos	9512 P-L	2.17	0.13	2		5.2	2.325	16	-	1.668	-
6708 Bobbievaile	1989 AA5	2.44	0.18	12		7.9	8.221	19	4.5	1.029	-
7088 Ishtar	1992 AA	1.98	0.39	8		1.4	2.679	2.9	0.6	0.8604	-
7225 Huntress	1983 BH	2.34	0.2	7		7.1	2.44	11	1.5	0.6113	-
8116 Jeanperrin	1987 WU3	2.25	0.16	5		5.4	3.617	16	1.8	1.506	-
8373 Stephen- gould	1992 AB	3.28	0.55	41		5	4.435	14	1.4	1.423	-
9069 Hovland	1993 OV	1.91	0.12	20		3	4.218	7.8	0.9	1.264	-
9260 Edwardolson	1953 TA1	2.29	0.23	5		3.7	3.085	6.7	1	0.741	-
9617 Graham- chapman	1993 FA5	2.22	0.11	6		4.8	2.286	9.2	1.3	0.8077	-
10208 -	1997 QN1	2.24	0.2	5		3.6	3.348	15	1.7	2.44	-
11264 Claudio- maccone	1979 UC4	2.58	0.23	4		4	3.187	6	1.24	0.6296	$4.1 \cdot 10^{13}$
15268 Wendeli- nefroger	1990 WF3	2.37	0.23	3		4.6	2.422	10	1.2	1.045	-
16635 -	1993 QO	2.3	0.28	22		5.3	7.622	14	1.4	1.344	-
17246 -	2000 GL74	2.84	0.02	2		4.5	-	228	1	90	-
17260 -	2000 JQ58	2.2	0.18	5		5.1	3.129	8.2	1.3	0.6149	-
17365 -	1978 VF11	5.27	0.08	12		92	12.672	120	77	0.528	-
22899 -	1999 TO14	2.84	0.08	3		4.5	-	182	1	56	-
26308 -	1998 SM165	48	0.37	13	279.8	8.4	-	11310	94	130.1	$6.78 \cdot 10^{18}$
26471 -	2000 AS152	1.92	0.15	20		7.8	2.687	24	2.8	1.637	-
29314 -	1994 CR18	5.26	0.07	15		32	15.035	42	24	0.6265	-
31345 -	1998 PG	2.02	0.39	6		0.9	2.516	1.4	0.3	0.5835	-
32008 -	2000 HM53	2.19	0.19	6		4.6	3.017	15	1.9	1.677	-
32039 -	2000 JO23	2.22	0.28	7		3.1	6.598	44	1.8	15	-
34706 -	2001 OP83	2.25	0.38	9		3.6	2.594	7.2	1	0.865	-
35107 -	1991 VH	1.14	0.14	14		1.2	2.624	3.2	0.49	1.36	$1.55 \cdot 10^{12}$

Номер и имя главного компаньона	Обозначение	Полуось орбиты, а.е.	Эксцентриситет орбиты	Наклонение орбиты, град.	Диаметр главного компаньона, км	Период осевого враще- ния гл. компаньона, ч	Полуось двойной системы, км	Диаметр спутника, км	Орбитальный период двойной системы, дни	Масса двойной системы, кг
42355 Typhon	2002 CR46	37.61	0.53	2	152	9.67	1628	84	18.97	9.49·10 ¹⁷
47171 -	1999 TC36	39.65	0.23	8	286	45.763	7411	139	50.3	1.28·10 ¹⁹
47171 -	1999 TC36	39.65	0.23	8	286	45.763	867	265	1.907	1.28·10 ¹⁹
48639 -	1995 TL8	52.75	0.24	0	355	-	420	163	0.48	-
50000 Quaoar	2002 LM60	43.47	0.04	8	842	17.679	11100	64	19	-
55637 -	2002 UX25	42.81	0.14	19	649	14.382	4960	208	8	-
58534 Logos	1997 CQ29	45.04	0.12	3	80	-	8010	66	312	4.2·10 ¹⁷
60458 -	2000 CM114	59.16	0.4	20	151	-	2200	119	18	-
60621 -	2000 FE8	55.1	0.4	6	152	-	1180	115	7	-
65489 Ceto	2003 FX128	99.86	0.82	22	183	4.43	1840	139	9.554	5.41·10 ¹⁸
65803 Didymos	1996 GT	1.64	0.38	3	0.75	2.259	1.05	0.16	0.4963	3.79·10 ¹¹
66063 -	1998 RO1	0.99	0.72	23	0.8	2.492	1.3	0.38	0.6058	4.45·10 ¹¹
66391 -	1999 KW4	0.64	0.69	39	1.32	2.765	2.548	0.45	0.7259	2.49·10 ¹²
66652 Borasisi	1999 RZ253	44.09	0.09	1	166	-	4660	137	46.26	3.7·10 ¹⁸
69230 Hermes	1937 UB	1.66	0.62	6	0.6	13.894	1.1	0.54	0.5789	-
76818 -	2000 RG79	1.93	0.1	18	3.6	3.166	5.7	1.3	0.5885	-
79360 -	1997 CS29	43.71	0.01	2	299	-	2300	287	6	-
80806 -	2000 CM105	42.01	0.07	4	205	-	2700	156	15	-
82075 -	2000 YW134	57.61	0.29	20	431	-	1900	237	3.3	-
85938 -	1999 DJ4	1.85	0.48	9	0.35	2.514	0.65	0.17	0.7388	-
88611 Teharon- hiawako	2001 QT297	44.29	0.02	3	220	-	27300	176	825	2.36·10 ¹⁸
88710 -	2001 SL9	1.06	0.27	22	0.8	2.4	1.4	0.22	0.6833	-
90482 Orcus	2004 DW	39.17	0.23	21	901	13.188	8982	288	9.539	6.32·10 ²⁰
114319 -	2002 XD58	2.26	0.27	7	2.6	7.954	-	-	-	-
119067 -	2001 KP76	43.69	0.19	7	153	-	8900	145	130	-
119979 -	2002 WC19	47.8	0.26	9	400	-	2760	128	6.9	-
120347 -	2004 SB60	42.28	0.1	24	595	-	3340	216	5	-
123509 -	2000 WK183	44.38	0.04	2	178	-	2470	147	16	-
134340 Pluto	-	39.65	0.25	17	2369	153.293	19570	1212	6.387	1.46·10 ²²
134340 Pluto	-	39.65	0.25	17	2369	153.293	49240	66	25.49	1.46·10 ²²
134340 Pluto	-	39.65	0.25	17	2369	153.293	65080	62	38.73	1.46·10 ²²
134860 -	2000 OJ67	43.11	0.02	1	138	-	2357	108	22.04	2.14·10 ¹⁸
136108 Haumea	2003 EL61	43.04	0.2	28	1150	3.915	49880	320	49.46	4.03·10 ²¹
136108 Haumea	2003 EL61	43.04	0.2	28	1150	3.915	25660	160	18.28	4.03·10 ²¹
136199 Eris	2003 UB313	68.01	0.43	44	2600	25.92	37350	120	15.77	1.66·10 ²²
136617 -	1994 CC	1.64	0.42	5	0.65	2.389	0.5	0.05	0.21	-
136617 -	1994 CC	1.64	0.42	5	0.65	2.389	1.2	0.1	0.77	-
137170 -	1999 HF1	0.82	0.46	26	3.73	2.319	7	0.75	0.584	-
139775 -	2001 QG298	39.61	0.2	6	135	13.774	172	117	0.5739	-
148780 Altjira	2001 UQ18	44.3	0.06	5	292	-	5800	210	29	-
153591 -	2001 SN263	1.99	0.48	7	2.8	3.434	17	1.2	6.125	-
153591 -	2001 SN263	1.99	0.48	7	2.8	3.434	4	0.5	1.921	-
160091 -	2000 OL67	45.4	0.11	2	168	-	7800	127	100	-
160256 -	2002 PD149	43.19	0.06	5	214	-	24400	177	380	-
162000 -	1990 OS	1.68	0.46	1	0.3	-	0.6	0.05	0.875	-
162483 -	2000 PJ5	0.87	0.37	51	0.6	2.642	1.05	0.3	0.59	-
164121 -	2003 YT1	1.11	0.29	44	1.1	2.343	3.5	0.21	1.529	1.27·10 ¹²
175706 -	1996 FG3	1.05	0.35	2	1.5	3.594	2.4	0.46	0.6723	2.36·10 ¹²
182933 -	2002 GZ31	50.54	0.24	1	205	-	2060	129	11	-

Номер и имя главного компаньона	Обозначение	Полуось орбиты, а.е.		Эксцентриситет орбиты	Наклонение орбиты, град.	Диаметр главного компаньона, км	Период осевого враще- ния гл. компаньона, ч	Полуось двойной системы, км	Диаметр спутника, км	Орбитальный период двойной системы, дни	Масса двойной системы, кг
185851 -	2000 DP107	1.37	0.38	9	0.8	2.774	2.62	0.3	1.758	4.6·10 ¹¹	-
208996 -	2003 AZ84	39.38	0.18	14	682	13.44	7200	68	13	-	-
-	1994 AW1	1.1	0.08	24	1	2.519	2.2	0.5	0.9304	-	-
-	1994 XD	2.35	0.73	4	0.6	-	0.6	0.15	0.3	-	-
-	1998 ST27	0.82	0.53	21	0.8	3	-	0.12	-	-	-
-	1998 WV24	39.03	0.04	2	100	-	1420	87	16	-	-
-	1998 WW31	44.7	0.09	7	148	-	22300	123	574	2.7·10 ¹⁸	-
-	1999 OJ4	38.24	0.03	4	75	-	3267	72	84.12	3.91·10 ¹⁷	-
-	1999 RT214	42.81	0.05	3	100	-	3310	69	64	-	-
-	1999 RY214	45.36	0.18	14	125	-	1500	75	15	-	-
-	1999 XY143	42.97	0.08	7	212	-	2700	178	14	-	-
-	2000 CF105	43.69	0.03	1	150	-	23000	117	610	-	-
-	2000 CO101	1.08	0.09	15	0.52	-	0.56	0.04	0.34	-	-
-	2000 CQ114	45.91	0.11	3	170	-	5880	141	63	-	-
-	2000 QL251	48.12	0.22	4	148	-	5002	143	56.45	3.11·10 ¹⁸	-
-	2000 UG11	1.93	0.57	9	0.26	4.44	0.426	0.13	0.7667	9.4·10 ⁹	-
-	2000 WT169	44.87	0.01	2	205	-	2800	168	16	-	-
-	2001 FL185	43.95	0.07	4	144	-	1900	99	16	-	-
-	2001 QC298	46.57	0.13	31	199	-	3690	153	19.23	1.08·10 ¹⁹	-
-	2001 QQ322	44.25	0.05	4	205	-	3990	187	25	-	-
-	2001 QW322	44.26	0.02	5	108	-	120000	108	9900	1.3·10 ¹⁸	-
-	2001 QY297	44.11	0.08	2	242	-	2800	198	12	-	-
-	2001 RZ143	44.23	0.07	2	162	-	1400	154	7.2	-	-
-	2001 XR254	42.84	0.03	1	169	-	9271	140	125.6	4·10 ¹⁸	-
-	2002 BM26	1.83	0.45	16	0.6	2.7	1.4	0.1	1.075	-	-
-	2002 CE26	2.23	0.56	47	3.46	3.293	4.7	0.3	0.65	1.95·10 ¹³	-
-	2002 KK8	1.95	0.46	25	0.5	-	-	0.1	-	-	-
-	2002 VF130	45.83	0.12	20	121	-	22000	105	740	-	-
-	2002 VT130	42.47	0.03	1	236	-	2500	192	11	-	-
-	2002 XH91	43.82	0.09	5	297	-	20000	184	190	-	-
-	2003 QA91	44.66	0.07	2	253	-	1800	241	5.4	-	-
-	2003 QR91	46.92	0.19	3	171	-	1700	155	9.2	-	-
-	2003 QW111	43.97	0.11	3	196	-	10360	100	140	-	-
-	2003 QY90	43	0.05	4	111	3.4	14210	89	444	1·10 ¹⁸	-
-	2003 SS84	1.93	0.57	5	0.12	-	0.27	0.06	1	-	-
-	2003 TJ58	44.4	0.09	1	65	-	3768	51	137.3	2.25·10 ¹⁷	-
-	2003 UN284	42.67	0.01	3	148	-	64000	110	1700	7.2·10 ¹⁸	-
-	2003 WU188	44.06	0.04	4	259	-	1300	186	3.7	-	-
-	2003 YU179	46.6	0.16	5	147	-	2000	81	18	-	-
-	2004 DC	1.63	0.4	19	0.3	2	0.6	0.06	0.9583	-	-
-	2004 PB108	45.37	0.11	20	241	-	10480	131	97.05	9.68·10 ¹⁸	-
-	2005 AB	3.22	0.65	8	1.9	3.339	3.5	0.46	0.7471	-	-
-	2005 EO304	45.52	0.07	3	220	-	86800	125	7400	9.5·10 ¹⁸	-
-	2005 NB7	2.04	0.52	13	0.5	3.488	0.6	0.2	0.6367	-	-
-	2005 PR21	44.48	0.11	1	238	-	3700	143	22	-	-
-	2006 GY2	1.86	0.5	31	0.4	2.27	0.5	0.08	0.4875	-	-
-	2006 SF369	62.91	0.38	28	144	-	3110	141	28	-	-
-	2006 VV2	2.39	0.6	24	1.8	2.41	1.5	0.3	0.23	-	-
-	2007 DT103	2.21	0.57	5	0.3	2.703	0.45	0.08	0.56	-	-
-	2007 TY430	39.46	0.27	11	144	-	13000	141	360	-	-
-	2008 BT18	2.22	0.6	8	0.6	2.726	1.5	0.2	1.2	-	-

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ КОМЕТЫ В 2011 ГОДУ

В 2011 году ожидается прохождение через перигелий 44 комет: 4 «новые» короткопериодические впервые пройдут перигелий, 10 «новых» короткопериодических комет в первый или во второй раз пройдут перигелий (нужно подтверждение этих прохождений), и 20 «старых» короткопериодических комет в третий и более раз пройдут перигелии орбит, 2 новые долгопериодические кометы, 2 «параболические», 4 «гиперболические» и 6 утерянных короткопериодических комет. Среди старых короткопериодических комет 2 наблюдались только в двух появлениях, 18 – в трех и более появлениях. Больше всех (11 появлений) наблюдались 3 кометы: 9P/Темпеля 1, 45P/Хонды-Мркоса-Пайдушаковой и 36P/Уиппла. Все кометы, кроме кометы 45P/Хонды-Мркоса-Пайдушаковой, слабые по блеску, и их эфемериды не приводятся.

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

Первой в 2011 году к Солнцу приблизится новая почти параболическая **комета Бишоэ (P/2009 K3)**, которую 26 мая 2009 года открыл Э.Бишоэ как диффузный объект блеском $m_1 \approx 20^m$. Комета движется обратным движением по параболической орбите ($e \approx 1$, $i = 146.7^\circ$). 11 января 2011 года комета достигнет максимального блеска $m_1 \approx 17^m$. К Земле ближе всего будет 11 января на расстоянии 3.1 а.е.

Второй к Солнцу приблизится в своем одиннадцатом появлении **комета 9P/Темпеля 1**, которую В.Темпель открыл 3 апреля 1867 года. Орбита кометы эллиптическая ($e = 0.46$, $P = 5.2$ лет, $i = 9.8^\circ$). В 1800-2000 годах имела 5 сближений с Юпитером (теснейшее из них до 0.36 а.е. в 1870 году). В появлении 2011 года к Земле приблизится на расстояние 1.58 а.е. 24 августа, а максимального блеска $m_1 = 12^m$ достигнет 26 января.

Следующей вблизи Солнца пройдет новая долгопериодическая **комета Каталина (2009 Y1)**, которую открыл Р.Хилл на ПЗС-изображениях, полученных 17 декабря 2009 года. Объект сначала был отождествлен как новый астероид блеском $m_1 = 19.4^m$. О кометной природе объекта сообщили У. и Э. Райаны, наблюдавшие его 18 декабря 2009 года. Максимального блеска $m_1 \sim 15$ комета достигла 19 декабря 2010 года, а ближе всего к Земле на расстояние 2.5 а.е. подходила 22 ноября 2010 года.

Далее должна приблизиться к Солнцу утерянная **комета Хельфенцридера D (1766 G1)**, открытая 1 апреля 1766 года как диффузный объект с хвостом и блеском $m_1 \sim 2.5^m$. Ш.Месье наблюдал эту комету 8 апреля того же года низко над горизонтом и оценил длину хвоста около 4° и блеск центрального сгущения $m_2 \sim 3^m$. Комета оказалась короткопериодической с периодом обращения $P = 3.9$ года. Последний раз ее наблюдали 13 мая 1766 года и впоследствии комета Хельфенцридера больше не наблюдалась. В предстоящем появлении максимального блеска $m_1 \sim 6^m$ комета должна достигнуть в конце января 2011 года, а 20 мая она должна подойти ближе всего к Земле (0.5 а.е.).

Потом ожидается приближение к Солнцу новой долгопериодической **кометы Кардинала (2010 B1)**, которую в период 19-29 января 2010 года открыл Р.Кардинал как диффузный объект блеском $m_1=17.5^m$. Период обращения кометы вокруг Солнца более 165 тыс. лет, и она имеет обратное движение ($i \sim 102^\circ$). Предполагается, что максимального блеска комета достигнет 28 декабря 2010 года ($m_1=13.8^m$), а 24 декабря 2010 будет проходить от Земли на минимальном расстоянии (2 а.е.).

Далее должна пройти перигелий утерянная короткопериодическая **комета Свифта D(1895 Q1)**, открытая Л.Свифтом 21 августа 1895 года как диффузный объект блеском $m_1=10.5^m$ с периодом обращения вокруг Солнца около 7 лет. Однако комета Свифта больше не наблюдалась. В предстоящем появлении предполагается, что комета пройдет перигелий 1 марта 2011 года на расстоянии 1.48 а.е. от Солнца, и тогда же достигнет максимального блеска $m_1 \sim 14^m$, ближе всего к Земле (2.46 а.е.) подойдет 6 марта 2011 года.

Следующей возле Солнца появится новая короткопериодическая **комета Неат P(2003 S2)**. Ее открыли 24 сентября 2003 года по программе НЕАТ как диффузный объект блеском $m_1 \sim 18^m$. Оказалась короткопериодической кометой с периодом обращения $P=7.5$ лет. Комета была переоткрыта в 2010 году и получила обозначение P/2010 P5, а также постоянный номер в каталоге периодических комет Б.Марсдена – 243P. Ближе всего к Земле (1.8 а.е.) подойдет 17 августа 2011 года; наиболее яркой ($m_1=18.5^m$) будет 10 августа 2011 года.

Восьмой пройдет перигелий еще одна утерянная короткопериодическая **комета Барнарда D(1884 O1)**, которую 16 июля 1884 года открыл Э.Барнард как диффузный с заметной комой объект $m_1=9-10^m$. Период обращения $P \sim 5.4$ года. В последующих появлениях после 1884 года не наблюдалась. Перигелий должна пройти 8 марта 2011 года на расстоянии 1.3 а.е. от Солнца, а 11 декабря 2010 года должна быть на ближайшем расстоянии от Земли (1.7 а.е.).

10 марта 2011 года к Солнцу приблизится новая короткопериодическая **комета Рида P(2005 U1)**. Ее открыл М.Рид 24 октября 2005 года как слабый диффузный объект. Период обращения вокруг Солнца – $P \sim 5.6$ года. Комета переоткрыта Я.Питтиховой по наблюдениям 7 июля 2010 года и получила обозначение P/2010 N2, а также постоянный номер 238P. Во втором появлении комета Рида P(2005 U1) будет слабее $m_1=20^m$ в течение всего года., а на наиболее близком расстоянии от Земли (1.6 а.е.) комета пройдет 17 августа 2010 года.

Ожидается приближение к Солнцу недавно открытой новой короткопериодической **кометы Линеар P/2006 U1**, которую открыли по программе Линеар 19 октября 2006 года как объект с хвостом и блеском $m_1=17^m$. Двигается по эллиптической орбите с периодом обращения $P \sim 4.6$ года. На минимальном расстоянии от Земли (0.78 а.е.) комета пройдет 12 марта 2011 года, а максимума блеска $m_1=12.2^m$ достигнет 13 апреля 2011 года.

Одиннадцатой в этом году к Солнцу приблизится утерянная короткопериодическая **комета Ван Хоутен D/1960 S1**, которую открыли К. и И. Ван Хоутены по пластинкам, полученных Т.Герельсом 24 сентября 1960 года. Двигается по эллиптической орбите с периодом обращения $P \sim 15.6$ года. Была потеряна и больше не наблюдалась. На минимальном расстоянии от Земли (3.2 а.е.) комета должна пройти 17 октября 2010 года, а максимума блеска достигнет вблизи перигелия 23 апреля 2011 года.

Новую короткопериодическую комету **Линеар-Неат P/2004 T1** открыли астрономы двух поисковых групп программ Линеар и НЕАТ 5 октября 2004 года как диффузный объект блеском 17.2^m (Линеар) и 15.2^m (Неат). Двигается по эллиптической орбите с периодом обращения вокруг Солнца $P \sim 6.5$ года. Во втором своем появлении на минимальном расстоянии от Земли (1.86 а.е.) комета пройдет 11 января 2012 года, а достигнет максимума блеска $m_1 \sim 18.5^m$ 19 января 2012 года.

Следующей приблизится к Солнцу еще одна новая короткопериодическая комета **Линеар-Неат 231P**. Ее также открыли астрономы тех же групп – 1 февраля (Линеар) и 10 марта (НЕАТ) 2003 года как диффузный объект блеском 17.7^m . Двигается по эллиптической орбите с периодом обращения $P \sim 8.8$ года. На минимальном расстоянии от Земли (1.86 а.е.) пройдет 3 марта, а достигнет максимума блеска ($m_1 \sim 19^m$) 6 марта 2011 года.

Потом, 2 июня 2011 года к Солнцу подойдет короткопериодическая комета **Кристенсена 164P**, которую 21 декабря 2004 года открыл Э.Кристенсен как диффузный объект блеском 16.5^m . Оказалась новой короткопериодической кометой с периодом обращения вокруг Солнца $P \sim 6.7$ года. Максимального блеска $m_1 = 15^m$ она достигнет 7 июня 2011 года, а с Землей сблизится (1.8 а.е.) 1 февраля 2012 года.

Далее ожидается приближение к Солнцу новой короткопериодической кометы **Боаттини C/2008 S3**, открытой 29 сентября 2008 года А.Боаттини как диффузный объект блеском 18.4^m . Оказалась новой короткопериодической кометой с периодом обращения вокруг Солнца $P \sim 8$ лет. Достигнет максимального блеска $m_1 = 17.5^m$ 28 октября 2010 года. Минимальное расстояние до Земли (7.1 а.е.) – 25 октября 2010 года.

Следующей приблизится к Солнцу короткопериодическая комета **213P/Ван Несса**. Эту комету открыл как диффузный объект с комой, веерообразным хвостом и блеском $m_1 = 17^m$ М. Ван Несс по трем ПЗС-изображениям, полученным 10 сентября 2005 года. Первыми подтвердили открытие кометы П.Крыленко, О.Герашенко, В.Локоть и Ю.Ивашенко на Андрушевской астрономической обсерватории (Украина). Двигается комета по эллиптической орбите с периодом обращения вокруг Солнца $P \sim 6.3$ года. Максимального блеска $m_1 = 13.5^m$ достигнет 20 августа 2011 года, а 31 августа комета приблизится к Земле на наименьшее расстояние 1.2 а.е.

Короткопериодическая комета **130P/Макнота-Хьюджиза** появится около Солнца 24 июня 2011 года. Ее нашел как объект с хвостом длиной $2'$ и блеском $m_1 = 16.5^m$ Р.Макнот на пластинке, экспонированной 30 сентября 1991 года Ш.Хьюджизом. Оказалась новой короткопериодической кометой с периодом обращения $P \sim 6.6$ года. Достигнет максимального блеска $m_1 = 16.2^m$ 14 августа 2011 года. Минимальное расстояние до Земли (1.2 а.е.) – 26 августа 2011 года.

Далее к Солнцу приблизится известная короткопериодическая комета **62P/Цициньшань** (с китайского переводится как Пурпурная гора), которую открыли китайские астрономы 1 января 1965 года, как диффузный объект блеском $m_1 = 15^m$. Двигается по эллиптической орбите с периодом обращения $P \sim 6.4$ года. Максимальный блеск $m_1 = 16^m$ – 19 мая 2011 года. Минимальное расстояние до Земли (2.35 а.е.) – 21 июня 2011 года.

Далее ожидается приближение к Солнцу короткопериодической кометы **123P/Веста-Хартли**. Комету открыл Р.Вест по пластинкам, экспонированным

Г.Пизарро 14 марта 1989 года как объект с диффузным гало и хвостом длиной 0.5'. М.Хартли открыл эту же комету на пластинках, экспонированных 28 мая 1989 года С.Хьюджом – комета обладала хвостом длиной 4' и имела блеск $m_1=17^m$. Оказалась короткопериодической кометой с периодом обращения $P\sim 7.6$ года. Достигнет максимального блеска $m_1=14^m$ 29 июня 2011 года. Минимальное расстояние до Земли (1.6 а.е.) 27 декабря 2011 года.

Двадцатой в этом году, 17 июля 2011 года, к Солнцу приблизится короткопериодическая **комета 69P/Тейлора**, которую открыл 24 ноября 1915 года К.Тейлор. Блеск кометы при открытии $m_1=9-10^m$. Двигается по эллиптической орбите с периодом обращения $P\sim 7.6$ года. В 2011 году 6 февраля должна приблизиться к Земле на 1.8 а.е., а максимального блеска $m_1=13.5^m$ достигнет только 25 ноября.

Следующей должна была бы наблюдаться известная короткопериодическая **комета 3D/Биелы**. Ее первым 8 марта 1772 году обнаружил Ж.Монтень. Комета имела блеск $m_1=6^m$. 10 ноября 1805 года комету переоткрыл Ж.Понс. Обе кометы были идентифицированы как одна и та же комета Бесселем, Гауссом и В. Биелой. В.Биела вновь переоткрыл эту же комету 27 февраля 1826 года. Разделение ядра кометы на 2 части было обнаружено 13 января 1846 года А. Мори. Последнее наблюдение этой короткопериодической кометы ($P=6.6$ лет) было сделано В.Струве. Больше комета не наблюдалась – ее ядро полностью распалось и превратилось в метеорный поток Биелид, в который, возможно, встроен остаток ядра кометы Биелы. Этот остаток в предстоящем возвращении может достигнуть максимального блеска 27 января 2012 года. Минимальное расстояние остатка кометы до Земли (0.2 а.е.) – 1 февраля 2012 года.

Утерянная периодическая **комета D/Харрингтона-Вильсона (1952 В1)** должна приблизиться к Солнцу 30 июля 2011 года. Ее открыли Р.Харрингтон и А.Вильсон 30 января 1952 года как диффузный объект с хвостом длиной меньше 1° и блеском $m_1\sim 15^m$. Двигалась по эллиптической орбите с периодом обращения $P\sim 5.6$ года. В 2011 году 2 августа должна приблизиться к Земле на 2.3 а.е., а максимального блеска $m_1=16.5^m$ могла бы достигнуть 26 июля 2011 года.

Потом к Солнцу приблизится известная короткопериодическая **комета 27P/Кроммелина**. Она была впервые обнаружена Ж. Понсом 23 февраля 1818 года во время визуальных поисков комет и выглядела как вытянутая туманность блеском $m_1\sim 7.5^m$. Затем ее открыли как новую комету Й.Коджиа 10 ноября 1873 года и на следующий день Ф.Виннеке, который оценил блеск $m_1\sim 7.5^m$. В третий раз ее открыл А.Форбс 19 ноября 1928 года и оценил блеск в $m_1\sim 6^m$. Ч.Кроммелин объединил эти три появления кометы и показал, что комета движется по эллиптической орбите с периодом $P\sim 27.5$ лет вокруг Солнца. После этого комета получила имя кометы Кроммелина. Достигнет максимального блеска $m_1\sim 10.5^m$ 2 августа 2011 года. Минимальное расстояние до Земли (0.75 а.е.) – 4 августа 2011 года.

Следующей к Солнцу приблизится короткопериодическая **комета 97P/Меткофа-Брюингтона**. Она была открыта Р.Меткофом 15 ноября 1906 года как диффузный объект с комой диаметром 2' и блеском $m_1=12^m$. Комета наблюдалась до 16 января 1907 года и после этого стала считаться утерянной, пока ее не переоткрыл Г.Брюингтон 7 января 1991 года как диффузный объект блеском $m_1=10^m$. Комета движется по эллиптической орбите с периодом $P\sim 10.5$ лет. Весь год комета будет умеренно слабой (максимальный блеск $m_1=13.9^m$ – 17 ноября 2011 года). Ближайшего расстояния до Земли (1.8 а.е.) она достигнет 9 декабря 2011 года.

Новая короткопериодическая комета **228P/Линеар (2009 U2)** приблизится к Солнцу 23 августа 2011 года. Она была открыта командой Линеар 17 декабря 2001 года как астероидоподобный объект блеском $m_1 \sim 20^m$. Наблюдения Т.Спара 14 февраля 2002 года показали, что объект является короткопериодической кометой с периодом обращения вокруг Солнца $P \sim 8.5$ лет. Максимального блеска $m_1 = 19^m$ она достигнет 18 января, а ближе всего к Земле (2.5 а.е.) комета подойдет 19 марта 2011 года.

Потом, двадцать шестой в 2011 году, приблизится к Солнцу новая долгопериодическая **комета Хилла (2010 G2)**, которую 10 апреля 2010 года открыл Р.Хилл как диффузный объект блеском $m_1 \sim 19.2^m$. Комета имеет обратное движение по орбите ($i \sim 104^\circ$) Максимального блеска $m_1 = 10.9^m$ комета достигнет 13 ноября, а 23 ноября будет ближе всего к Земле (1.2 а.е.).

Далее ожидается приближение к Солнцу **кометы-сангрейзера Р/Сохо (1999 R1)**, которая оказалась первой короткопериодической кометой среди комет сангрейзеров. Ее наблюдали в сентябре 1999 года с борта солнечной обсерватории СОХО, затем повторно в сентябре 2003 года (обозначение Р/2003 R5), когда С.Хениг обратил внимание, что обе эти кометы движутся по сходным эллиптическим орбитам с периодом 4 года. Затем она появилась 11 сентября 2007 года и получила обозначение Р/2007 R5 (SOHO). Вновь она пройдет свой перигелий 7 сентября 2011 года на расстоянии 0.05 а.е. от Солнца и будет находиться от Земли на расстоянии около 1 а.е.

Следующей пройдет перигелий короткопериодическая **комета 45P/Хонды-Мркоса-Пайдушаковой**. Ее открыл М.Хонда 3 декабря 1948 года как диффузный объект блеском $m_1 \sim 9^m$. Орбита оказалась эллиптической с периодом около 5 лет (в 1949 году). Комета также независимо была открыта А.Мркосом (7 декабря) и Л.Пайдушаковой (6 декабря). Комета приблизится к Земле 15 августа на расстояние 0.06 а.е., максимального блеска $m_1 \sim 6^m$ достигнет 25 сентября 2011 года.

Затем, 29 сентября 2011 года, к Солнцу подойдет короткопериодическая **комета 48P/Джонсона**, которую открыл Э.Джонсон 24 августа 1949 года при наблюдениях малой планеты 1949 OG. Комета выглядела диффузной и имела блеск $m_1 = 13.8^m$. Орбита эллиптическая с периодом обращения $P \sim 7$ лет. 1 августа комета приблизится к Земле (1.3 а.е.), а 8 августа 2011 года достигнет максимального блеска $m_1 = 16.0^m$.

Тридцатой к Солнцу в 2008 году подойдет короткопериодическая **комета 115P/Мори**, которую открыл А.Мори по фотографиям, полученным 16 и 17 августа 1985 года. Объект был диффузным и имел блеск $m_1 \sim 16^m$. Объект двигался по эллиптической орбите ($P \sim 8.8$ лет). 14 июня комета будет ближе всего к Земле (1.3 а.е.), а максимального блеска $m_1 \sim 16^m$ достигнет 18 июля 2011 года.

Потом ожидается приближение к Солнцу вторичного фрагмента С периодической **кометы 73P-Швассмана-Вахмана**, которую открыли Ф.Швассман и А.Вахман на фотографических пластинках, экспонированных 2 мая 1930 года. Объект имеет эллиптическую орбиту. Период обращения $P \sim 5.4$ года. Максимального блеска $m_1 \sim 13^m$ комета достигнет 21 октября, а 4 ноября 2011 года приблизится к Земле (1.6 а.е.).

Далее перигелий должна пройти короткопериодическая **комета Р/Лагерквиста (1996 R2)**. Ее открыл К.-И.Лагерквист на пластинках, экспонированных 10 сентября 1996 года. Комета выглядела диффузным объектом блеском

$m_1=17^m$. Объект двигался по эллиптической орбите с периодом обращения вокруг Солнца $P \sim 7.4$ года. Максимального блеска $m_1 \sim 16^m$ комета достигнет 4 октября 2011 года, будучи ближе всего к Земле (1.6 а.е.).

Следующим ожидается приближение к Солнцу вторичного фрагмента **В кометы 73P-Швассмана-Вахмана**. Максимального блеска $m_1 \sim 13^m$ комета достигнет 23 октября 2011 года, а 6 ноября она будет ближе всего к Земле (1.6 а.е.).

Далее пройдет перигелий известная короткопериодическая **комета 49P/Аренда-Риго**, которую открыли С.Аренд и Ф.Риго на пластинках, экспонированных 5 и 6 февраля 1951 года. Блеск объекта при открытии составлял $m_1 \sim 11^m$. Объект двигался по эллиптической орбите с периодом обращения вокруг Солнца $P \sim 6.7$ года. Максимального блеска $m_1 \sim 14^m$ комета достигнет 25 ноября 2011 года, а 5 февраля 2012 года приблизится к Земле на расстояние ~ 1 а.е.

Потом, 12 ноября 2011 года к Солнцу приблизится известная короткопериодическая **комета 41P/Туттля-Джакобини-Кресака**. Ее открыл Г.Туттль 3 мая 1858 года как диффузный объект блеском $m_1 \sim 10^m$. Комета двигалась по эллиптической орбите с периодом 5.4 года. Однако несколько ее появлений были пропущены. М.Джакобини перекрестил эту комету 1 июня 1907 года и оценил ее блеск ($m_1 \sim 13^m$). Еще несколько появлений кометы были пропущены, но 24 апреля 1951 года Л.Кресак вновь открыл эту комету как диффузный объект блеском $m_1 \sim 10^m$. После этого комета получила свое нынешнее название. Максимальный блеск $m_1 \sim 12^m$ комета достигла 5 декабря 2010 года, а 15 декабря она была ближе всего к Земле (~ 2.45 а.е.).

Далее ожидается приближение к Солнцу новой короткопериодической **кометы P/Ларсена (2004 H3)**, открытой Дж.Ларсеном 22 апреля 2004 года как объект с хвостом длиной $17''$ в позиционном угле 280° и блеском $m_1=19.2^m$. Комета имеет эллиптическую орбиту ($P=7.7$ года). На минимальном расстоянии от Земли (2.2 а.е.) комета пройдет 17 февраля, а 12 февраля 2011 года – максимум блеска $m_1=18^m$.

Потом к Солнцу приблизится новая почти параболическая с обратным движением по орбите ($i=155.9^\circ$) **комета C/2010 R1 (Линеар)**, открытая 4 сентября 2010 года как диффузный объект блеском $m_1 \sim 18^m$. На минимальном расстоянии от Земли (5.8 а.е.) комета пройдет 19 июня, достигнет максимума блеска $m_1=18^m$ 23 июня 2011 года.

Новую короткопериодическую **комету P/Линеар-Неат (2004 R3)** открыли астрономы двух поисковых групп: 10 сентября 2004 года (Линеар) с блеском $m_1 \sim 20.1^m$ и 13 сентября 2004 года (НЕАТ) как диффузный объект блеском $m_1 \sim 19.1^m$. Объект имеет эллиптическую орбиту. Период обращения $P \sim 7.5$ года. На минимальном расстоянии от Земли (1.4 а.е.) комета пройдет 6 июля, а максимум блеска $m_1 \sim 19^m$ состоится 3 августа 2011 года.

Следующей приблизится к Солнцу известная короткопериодическая **комета 37P/Форбса**. Открыта А.Форбсом 1 августа 1929 года с блеском $m_1=10^m$. Двигается по эллиптической орбите с периодом обращения вокруг Солнца $P \sim 6.4$ года. На минимальном расстоянии от Земли (1.76 а.е.) комета пройдет 12 апреля 2011 года, а максимума блеска $m_1 \sim 14^m$ достигнет 7 декабря 2011 года.

Потом, сороковой с начала года, 15 декабря 2011 года к Солнцу подойдет известная короткопериодическая **комета 71P/Кларка**, которую 9 июня 1973 года открыл М.Кларк как диффузный объект блеском $m_1=13^m$. Двигается по эллиптической орбите с периодом обращения $P \sim 5.5$ года. Достигнет максимума блеска ($m_1 \sim 13.5^m$) 7 марта, а на минимальном расстоянии от Земли (1.8 а.е.) пройдет 18 марта 2011 года.

Далее ожидается приближение к Солнцу гиперболической **кометы Гаррада (2009 P1)**. Она была открыта 13 августа 2009 года Дж.Гаррадом как диффузный объект блеском $m_1=17.5^m$. Имеет гиперболическую орбиту ($e=1.000047$). Комета достигнет максимума блеска $m_1 \sim 13.5^m$ 19 февраля 2012 года, а минимальное расстояние от Земли (1.3 а.е.) пройдет 5 марта 2012 года.

Следующей приблизится к Солнцу новая гиперболическая **комета Леммона (2009 S3)**. Открыта в рамках программы обзора неба обсерватории Маунт Леммон 24 сентября 2010 года как диффузный объект блеском $m_1=20.5^m$. Двигается по гиперболической орбите ($e \sim 1.0019$). На минимальном расстоянии от Земли (5.8 а.е.) комета пройдет 8 октября, а максимум блеска $m_1 \sim 18.4^m$ – 12 октября 2011 года.

Далее ожидается приближение к Солнцу известной короткопериодической **кометы 36P/Уиппла**, которую открыл Ф.Уиппл 15 октября 1933 года как диффузный объект с хвостом длиной 3' и блеском $m_1=13^m$. Комета движется по эллиптической орбите ($P=8.5$ лет). 26 июня она достигнет максимума блеска $m_1=17^m$, а минимальное расстояние от Земли (2.1 а.е.) пройдет 1 октября 2011 года.

Последней в 2011 году ожидается приближение к Солнцу новой короткопериодической **кометы Макнота (2009 F4)**. Комета открыта 19 марта 2009 года Р.Макнотом как сильно сконденсированный объект блеском $m_1=17.8^m$. Это была 47-я комета, открытая Р.Макнотом. Комета движется по эллиптической орбите ($P=5.45$ года). На минимальном расстоянии от Земли (5.2 а.е.) комета пройдет 4 июня, а 6 октября 2011 года достигнет максимума блеска $m_1=14.7^m$.

Эфемериды наиболее ярких короткопериодических комет 2011 года

45P/Хонды-Мркоса-Пайдушаковой

Дата	α ч м с	(2000.0)	δ ° ' "	r а. е.	Δ а. е.	E °	β	m_1
2011 08 06	22 17 53.48		-36 53 16.7	1.1475	0.1461	153.9	22.9	11.4
2011 08 16	07 11 29.10		-60 46 33.5	1.0044	0.0609	80.4	96.2	8.0
2011 08 26	09 17 57.82		-05 52 28.3	0.8605	0.1647	22.1	153.7	8.4
2011 09 05	09 33 19.93		+04 16 08.4	0.7221	0.3135	20.1	151.3	7.8
2011 09 15	09 47 14.76		+07 54 36.5	0.6043	0.4890	25.8	133.6	6.8
2011 09 25	10 09 01.20		+08 51 56.5	0.5357	0.6954	30.4	108.4	6.2
2011 10 05	10 39 43.29		+07 51 50.7	0.5462	0.9164	32.7	82.1	7.0
2011 10 15	11 13 42.81		+05 41 02.3	0.6304	1.1210	34.0	62.2	9.0
2011 10 25	11 45 42.72		+03 09 12.6	0.7554	1.2934	35.6	50.1	11.4

МЕТЕОРЫ И МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

Кратковременные световые вспышки, возникающие в земной атмосфере при вторжении в нее быстро движущихся мельчайших пылевых частиц, получили название метеоров. Иногда метеоры называют «падающими звездами». Сравнительно крупные пылевые частицы при взаимодействии с атмосферой Земли могут породить очень яркую вспышку. Вспышки, блеск которых превышает некоторый предел, ярче максимального блеска планеты Венера, называют болидами. Метеоры можно наблюдать в любую ясную ночь, а при благоприятных атмосферных условиях даже невооруженным глазом можно заметить 5-10 метеоров в час.

В метеорной астрономии метеоры делятся на два класса: спорадические (или случайные), которые могут наблюдаться каждую ночь и исходят из разных точек неба, и поточные, появляющиеся в одно то же время года из определенной точки (или небольшой площадки) звездного неба. Метеорные тела, порождающие спорадические метеоры, движутся в межпланетном пространстве вокруг Солнца по самым разнообразным орбитам, а метеорные тела, составляющие поток, по почти параллельным орбитам. Если среднее число спорадических метеоров, наблюдаемых в течение часа невооруженным глазом, составляет до 10, то в период действия активного метеорного потока наблюдается от 100 метеоров в час и более.

Помимо отдельных пылевых частиц вокруг Солнца движутся целые рои метеороидов. Многие из них порождены распадающимися или распавшимися кометами. Каждый метеорный рой обращается вокруг Солнца с постоянным периодом, и многие из них в определенные периоды года встречаются с Землей. В такие периоды число метеоров значительно возрастает, и тогда говорят о метеорных потоках. Как в космическом пространстве, так и вторгаясь в земную атмосферу, частицы метеорного потока движутся примерно параллельно, но вследствие перспективы создается впечатление, что они вылетают из ограниченной области неба, которую называют радиантом.

Поскольку метеорные рои занимают четко определённые орбиты в космическом пространстве, то, во-первых, метеорные потоки наблюдаются в строго определённое время года, когда Земля проходит точку пересечения орбит Земли и роя, а во-вторых, радианты потоков при этом оказываются в строго определённой точке на небе (созвездии).

Метеорные потоки обычно именуют по созвездиям, в которых лежат соответствующие им радианты. Иногда метеорные потоки называют по имени той кометы, с которой они связаны. Так, метеорный поток Бизлиды (или Андромедиды) получил свое название от распавшейся кометы Бизлы, а Джакобиниды (или Дракониды) — от кометы Джакобини- Циннера.

Активность метеорного потока характеризуют числом метеоров, наблюдаемых за час. Числа, приведенные в таблице, характеризуют активность потока, которую опытный наблюдатель может зарегистрировать при благоприятных условиях в направлении зенита. Наблюдаемое число метеоров зависит от общих условий видимости, к тому же из-за поглощения света в атмосфере метеоры, вспыхивающие ближе к горизонту, кажутся слабее. Серьезную по-

меху при наблюдении метеоров создает Луна, особенно в полнолуние: из-за лунного света в отдельные годы вообще не удается визуально наблюдать некоторые метеорные потоки.

Так, 2010 год являлся уникальным годом для наблюдений метеорного потока Персеид. За двое суток до максимума активности наступило новолуние, так что растущая Луна не помешала наблюдениям. А вот в 2011 году даты максимума активности Персеид совпадут с полнолунием, что, конечно, создаст трудности для визуальных наблюдений Персеид.

Интенсивность метеорного потока не является постоянной, она меняется год от года, и в зависимости от характера распределения метеорных частиц в рое и обстоятельств встречи с орбитой Земли, эти изменения могут быть значительными.

Компактный метеорный рой может порождать метеорные, или звездные, дожди. Примером может служить метеорный поток Леониды, который вызывал звездные дожди большой интенсивности в 1799, 1833 и 1866 годах (а возможно, и в более ранние исторические эпохи); но он практически исчез в 1899 и 1932 годах. Предполагается, что его исчезновение связано с гравитационным влиянием Юпитера и Сатурна на орбиту этого роя. Однако в 1966 году интенсивность потока оказалась столь высокой, что за 20 минут удалось наблюдать около 150 тысяч метеоров. Это был поистине невероятный метеорный дождь. Например, такие известные метеорные потоки, как Квадрантиды, Персеиды и Геминиды, порождают не более 50-100 метеоров в час.

Число метеоров также меняется в течение ночи. Перед полночью наблюдаются только те метеоры, которые создаются частицами, «догоняющими» Землю, и поэтому скорость их вхождения в атмосферу мала. После полуночи частицы и Земля движутся навстречу друг другу, и поэтому их относительная скорость равна сумме скоростей. Поскольку яркость метеора существенно зависит от скорости входа метеорной частицы в атмосферу (чем она больше, тем метеор ярче и лучше видим), наблюдаемое число метеоров возрастает после полуночи.

В межпланетном пространстве вокруг Солнца движется множество частиц различных размеров, их называют метеороидами. Попадая в атмосферу Земли, метеорные тела вследствие трения могут полностью сгореть или разрушиться. Однако наиболее крупные из них сгорают не до конца, и их остатки могут упасть на поверхность Земли. Их называют метеоритами. Падение метеорита сопровождается ярким огненным следом.

Не следует путать понятия метеорный поток и метеоритный дождь. Если метеорный поток состоит из метеоров, которые сгорают в атмосфере и не достигают земли, то метеоритный дождь состоит из метеоритов, которые выпадают на поверхность Земли. Раньше не отличали первые от вторых и оба эти явления называли «огненный дождь».

Поиск метеоритов на поверхности Земли – задача исключительной научной важности, поскольку это единственные небесные тела, которые можно подробно изучать в лабораториях, исключая, конечно, те небольшие образцы, которые были доставлены на Землю астронавтами и автоматическими аппаратами.

Данные о некоторых наиболее известных метеорных потоках приведены в таблице.

Основные метеорные потоки

Русское название потока	Активность		Мах	Элонгация Солнца	α	δ	Суточное движение по α град/сут	Суточное движение по δ град/сут	Скорость км/ч	Часовое зенитное число ZHR
	начало	конец			ради-анта град	ради-анта град				
δ -Канцириды	01 янв.	24 янв.	17 янв.	297	130	20	0.9	-0.2	30	
Квадрантиды	01 янв.	05 янв.	04 янв.	283.16	230.1	48.5	0.4	-0.2	42.7	120 перем. 60-200
Виргиниды	25 янв.	15 апр.	25 мар.	4	195	-4	0.7	-0.25	30	
Апрельские Лириды	16 апр.	25 апр.	22 апр.	32.32	271.4	33.6	1.1	0	47.6	18
η -Аквариды	19 апр.	28 мая	06 мая	45.5	338	-1	0.9	0.4	66	70
Июньские Боотиды	26 июня	30 июня	28 июня	95.8	230	47	0.6	-0.4	18	Перем. 0-100
α -Каприкорниды	03 июля	15 авг.	30 июля	127	307	-10	0.9	0.25	25	
Июльские Пегасиды	07 июля	13 июля	09 июля	107.5	340	15	0.8	0.2	70	
Аквариды	08 июля	20 сент.	30 июля	126.7	330	-10	1	0.1	0	
δ -Аквариды	08 июля	25 авг.	28 июля	126.7	335	-12	1	0.2	0	
Южные δ -Аквариды	12 июля	23 авг.	30 июля	127	339	-16	0.7	0.18	41.4	16
ι -Аквариды	15 июля	20 сент.	05 авг.	131.7	330	-5	1.08	0.15	0	
Северные δ -Аквариды	15 июля	25 авг.	09 авг.	136	335	-5	0.7	0.2	42.3	
Южные Писциды	15 июля	10 авг.	28 июля	125	341	-30	0.9	0.4	35	5
Персеиды	17 июля	24 авг.	13 авг.	140.0	48	58	1.35	0.12	60	100
Южные ι -Аквариды	25 июля	15 авг.	04 авг.	132	334	-15	1.07	0.18	33.8	
κ -Цигниды	03 авг.	25 авг.	18 авг.	145	286	59	0.3	0.1	24.8	3
Северные ι -Аквариды	11 авг.	31 авг.	20 авг.	147	327	-6	1.03	0.13	31.2	
π -Ериданиды	20 авг.	05 сент.	28 авг.	155.7	52	-15	0.7	0.2	59	
α -Ауригиды	28 авг.	05 сент.	01 сент.	158.6	84	42	1.1	0	66.3	6
Южные Писциды	01 сент.	30 сент.	20 сент.	177	5	-1	0.8	0.3	26.3	
κ -Аквариды	08 сент.	30 сент.	20 сент.	178.7	339	-2	0.8	0.4	16	
δ -Ауригиды	20 сент.	16 окт.	03 окт.	190	100	44	1.1	0.1	64	2
σ -Ориониды	10 сент.	26 окт.	05 окт.	191.7	86	-3	0.8	0	65	
Октябрьские Каприкорниды	20 сент.	14 окт.	03 окт.	189.7	303	-10	0.9	0.2	15	
Северные Тауриды	01 окт.	25 нояб.	12 нояб.	230	58	22	0.9	0.2	29.2	
Южные Тауриды	01 окт.	25 нояб.	05 нояб.	223	52	13	0.79	0.2	27	
Тауриды	01 окт.	25 нояб.	12 нояб.	230	52	16	0.77	0.12	28	
Ориониды	02 окт.	07 нояб.	21 окт.	208.4	94.5	15.8	0.7	0.1	67	
Дракониды	06 окт.	10 окт.	09 окт.	195.4	262.1	54.1	0.4	0	23	
ϵ -Геминиды	14 окт.	27 окт.	18 окт.	205	102	27	1	0	70.4	
Леониды	06 нояб.	30 нояб.	18 нояб.	235.27	152.3	22.2	0.7	-0.42	71.1	20
α -Моноцеротиды	15 нояб.	25 нояб.	22 нояб.	239.32	117	1	0.8	-0.2	65	
Северные γ -Ориониды	16 нояб.	15 дек.	02 дек.	258.7	82	23	1.2	0	28	
Моноцеротиды	27 нояб.	17 дек.	09 дек.	257	100	8	0.8	0	43	2
σ -Гидриды	03 дек.	15 дек.	11 дек.	260	127	2	0.8	-0.2	58.4	3
Геминиды	07 дек.	17 дек.	14 дек.	262	112.3	32.5	1.02	-0.07	35	120
Кома-Беренициды	12 дек.	23 янв.	20 дек.	268	175	25	0.8	-0.2	67	3
Урсиды	17 дек.	26 дек.	23 дек.	270.7	217	76	0	0	35	10



Снимки яркого метеора, полученные одесскими астрономами
во время экспедиции на остров Змеиный

ЯРКИЕ ЗВЕЗДЫ И ИХ ВИДИМЫЕ МЕСТА

Звезды – это газовые шары больших масс, удерживаемые общим притяжением к их центру. Верхние слои с температурой поверхности в 3000-50000 К 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 многими десятками граммов в кубическом сантиметре, а температура достигает десятков миллионов градусов. В результате этого, вещество – атомы химических элементов “расщеплены” на атомные ядра и свободно движущиеся электроны. Эти условия способствуют протеканию в звездных недрах термоядерных реакций, при которых водород превращается в гелий с выделением ядерной энергии.

Эта энергия постепенно “просачивается” сквозь непрозрачное звездное вещество во внешние слои – фотосферу звезды – и отсюда излучается в пространство в виде непрерывного спектра. Фотосфера является нижней частью атмосферы звезды. Производя анализ звездного спектра, содержащего тысячи линий поглощения, образующихся в атмосфере, мы устанавливаем химический состав атмосфер звезд. В спектре Солнца, например, найдено присутствие спектральных линий более 70 химических элементов.

Ближайшая к нам звезда Солнце. Его параметры даны на стр. 43. Однако есть звезды, значительно большие по размерам, чем наше Солнце – это гиганты и сверхгиганты. Они могут в тысячи раз превосходить по размерам наше Солнце, которое относится к так называемым карликам или звездам Главной последовательности. Есть и звезды значительно меньшие по размерам, чем Солнце – белые карлики, нейтронные звезды. По размерам они сравнимы с размерами Земли. Но для наблюдателя все звезды, кроме Солнца, из-за огромных расстояний до них, наблюдаются как “точечные” источники излучения. Однако, из-за беспокойствия атмосферы, получается “ложное” изображение звезды в виде диска. Угловые размеры этого диска редко бывают меньше одной секунды дуги, между тем как даже для ближайших звезд размеры дисков должны быть меньше одной сотой доли секунды дуги.

Таким образом, мы можем измерять только потоки излучения от звезд в разных спектральных участках. Мерой величины потока является звездная величина. С помощью фотометров удастся определять звездные величины с точностью до тысячных долей. Самая яркая звезда ночного неба – Сириус (α Большого Пса) имеет видимую звездную величину $V = -1.46^m$ (m – magnitude, величина). А его реальная светимость (абсолютная звездная величина) определяется, если известны видимая величина и расстояние до звезды. Если для определения видимой величины астрономия располагает вполне надежными методами, то расстояния до звезд определяются рядом методов, имеющих разную точность. В ряде случаев абсолютную величину звезд можно определить и непосредственно, без измерения расстояния до них, по некоторым особенностям их излучения. Самые большие светимости имеют сверхгиганты – тысячи и десятки тысяч светимостей Солнца, наименьшие – красные и белые карлики, их светимость в сотни и тысячи раз меньше светимости Солнца.

Исключительно богатую информацию дает изучение спектров звезд. Уже давно спектры звезд разделены на классы. Последовательность спектральных классов обозначается буквами О, В, А, F, G, K, М. Существующая система классификации звездных спектров настолько точна, что позволяет определить спектр с точностью до одной десятой класса. Например, часть последовательности звездных спектров между классами В и А обозначается как В0, В1 . . . В9, А0 и так далее. Спектр звезд в первом приближении похож на спектр излучающего “черного” тела с некоторой температурой Т. Эти температуры плавно меняются от 40-50 тысяч градусов у звезд спектрального класса О до 3000 градусов у звезд спектрального класса М. В соответствии с этим основная часть излучения звезд спектральных классов О и В приходится на ультрафиолетовую часть спектра, недоступную для наблюдения с поверхности Земли. К спектральному классу добавляется информация о светимости звезды (I – это сверхгиганты, II-III – яркие и нормальные гиганты, IV – субгиганты, V – звезды-карлики, VI – субкарлики, VII – белые карлики) и индексами отмечаются другие особенности спектра (пекулярность, двойственность и др.).

Характерной особенностью звездных спектров является еще наличие у них огромного количества линий поглощения, возникающих в атмосферах звезд и принадлежащих различным химическим элементам. Состав наружных слоев звезд характеризуется полным преобладанием водорода, на втором месте находится гелий, а обилие остальных элементов достаточно невелико. Приблизительно на каждые десять тысяч атомов водорода приходятся тысячи атомов гелия, около 10 атомов кислорода, немного меньше углерода и азота и всего лишь один атом железа. Обилие остальных элементов совершенно ничтожно. Без преувеличения можно сказать, что наружные слои звезд – это гигантские водородно-гелиевые облака плазмы с небольшой примесью более тяжелых элементов.

Хорошим индикатором температуры наружных слоев звезды является ее цвет. Горячие звезды спектральных классов О и В имеют голубой цвет; звезды, сходные с нашим Солнцем (спектральный класс которого G2V), представляются желтыми, звезды же спектральных классов К и М – 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 $B-V$ 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 (“U”) и синей областями спектра обозначается $U-B$.

Знание спектрального класса или цвета звезды сразу же дает температуру ее поверхности. Так как звезды излучают приблизительно как абсолютно черные тела соответствующей температуры, то мощность, излученная единицей их поверхности, определяется из закона Стефана-Больцмана $F = \sigma T^4$, где σ – 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 и период обращения P известны. В этом случае массы определяются из третьего закона Кеплера, который может быть записан в следующем виде:

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

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. Однако 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 20 столетия выдающиеся астрономы – датчанин Герцшпрунг и американец Рассел.

В 1905 году Эйнар Герцшпрунг первый построил диаграмму «видимая звездная величина – показатель цвета» для двух ближайших рассеянных скоплений Гиад и Плеяд, тем самым указал на существование звезд-гигантов и звезд-карликов. Действительно, оказалось, что звезды-гиганты имеют более узкие спектральные линии, чем карлики. В 1913 году Генри Норрис Рассел 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 Рассел в 1913 году предложил эволюционную интерпретацию диаграммы ГР. Тогда считалось, что единственно возможным источником энергии звезд является гравитационное сжатие. Это означает, что при эволюции звезды происходит ее сжатие, и при этом выделяется гравитационная энергия, которая преобразуется в тепловую, а затем в энергию излучения. Самыми молодыми звездами тогда считались звезды-гиганты и сверхгиганты спектрального класса M . На самом деле, как выяснилось позже, эволюция звезды значительно сложнее и идет от звезд-карликов к гигантам.

Несколько слов об обозначениях и собственных именах звезд. Наиболее яркие звезды в каждом созвездии обозначаются буквами греческого алфавита

– от альфы до омеги в порядке убывания блеска. Этот порядок нередко нарушается. Для самых ярких звезд, а для некоторых случаев и для более слабых звезд, имеются собственные имена, как правило, арабские. Многообразие обозначений звезд и других объектов звездного неба очень велико и оно определяется множеством каталогов. Все права на наименование звезд и других объектов отданы Международному астрономическому союзу (МАС).

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 Полос. Поэтому эта звезда получила название – Полярной. В конце календаря приведены карты звездного неба, которые позволяют легко найти все основные созвездия и яркие звезды в их составе. А данные о наиболее ярких звездах приведены в таблице 1, где, кроме имен звезд и их сокращенных обозначений, даны координаты звезд до 2.6 звездной величины (прямое восхождение – α_{2000} и склонение – δ_{2000}) на 2000 год до склонения -30° . Также приведены звездные величины V, показатели цвета (B-V) и (U-B), расстояния до звезд r (в световых годах), спектральный класс и класс светимости с индексами, указывающими на особенности спектра (a – яркая, b – слабая, e – эмиссионная, p – пекулярная, m – усилены линии металлов) звезд.

Таблица 1

Имя звезды	Название звезды	α	(2000.0)	δ	V	B-V	U-B	r	Спектр
Сих	γ Cas	0 ^h 06 ^m 42.5 ^s	60° 43' 00"	2.47	-0.15	-0.08	650	B0IVe	
Сиррах	α And	0 08 23.3	29 05 26	2.06	-0.11	-0.10	105	B8IVp	
Каф	β Cas	0 09 10.7	59 08 59	2.27	0.34	0.20	47	F2III-IV	
Альгениб	γ Peg	0 13 14.2	15 11 01	2.83	-0.23	-0.19	470	B2IV	
Шедир	α Cas	0 40 30.5	56 32 14	2.23	1.17	0.60	163	K0IIa	
Денеб Кайтос	β Cet	0 43 35.4	-17 59 12	2.04	1.02	0.51	64	G9.5III	
Мирах	β And	1 09 43.9	35 37 14	2.06	1.58	1.00	82	M0IIa	
Ксора	δ Cas	1 25 49.0	60 14 07	2.68	0.13	0.09	76	A5III-IV	
Шератан	β Ari	1 54 38.4	20 48 29	2.64	0.13	0.08	50	A5V	
Аламак	γ And	2 03 54.1	42 19 47	2.26	1.37	0.68	160	K3-I Ib	
Хамаль	α Ari	2 07 10.4	23 27 45	2.00	1.15	0.62	78	K2IIb	
Полярная	α UMi	2 31 48.7	89 15 51	2.02	0.60	0.31	470	F7Ib-II	
Менкар	α Cet	3 02 16.8	4 05 23	2.53	1.64	1.16	130	M1.5IIa	
Алголь	β Per	3 08 10.1	40 57 20	2.12	-0.05	-0.03	82	B8V	
Мирфак	α Per	3 24 19.4	49 51 40	1.79	0.48	0.33	470	F5Ib	
Менхиб	ζ Per	3 54 07.9	31 53 01	2.85	0.12	0.09	820	B1Ib	
Альдебаран	α Tau	4 35 55.2	16 30 33	0.85	1.54	0.94	64	K5III	
Курса	β Eri	5 07 51.0	-5 05 11	2.79	0.13	0.08	82	A3III	
Ригель	β Ori	5 14 32.3	-8 12 06	0.12	-0.03	-0.02	470	B8Ia:	
Капелла	α Aur	5 16 41.4	45 59 53	0.08	0.80	0.44	45	G5IIIe+G0III	
Беллатрикс	γ Ori	5 25 07.9	6 20 59	1.64	-0.22	-0.22	325	B2III	
Нат	β Tau	5 26 07.5	28 36 27	1.65	-0.13	-0.10	142	B7III	
Нихал	β Lep	5 28 14.7	-20 45 34	2.84	0.82	0.44	180	G5II	
Минтака	δ Ori	5 32 00.4	0 17 57	2.23	-0.22	-0.22	1300	O9.5II	
Арнеб	α Lep	5 32 43.8	-17 49 20	2.58	0.21	0.21	410	F0Ib	
Альнилам	ϵ Ori	5 36 12.8	-1 12 07	1.70	-0.19	-0.17	1300	B0Ia	
Альнитак	ζ Ori	5 40 45.5	-1 56 34	2.05	-0.21	-0.20	1300	O9.7Ib	
Сайф	κ Ori	5 47 45.4	-9 40 11	2.06	-0.17	-0.18	1300	B0.5Ia	
Бетельгейзе	α Ori	5 55 10.3	7 24 25	0.50	1.85	1.28	1300	M1Ia-Iab	
Менкалинан	β Aur	5 59 31.7	44 56 51	1.90	0.03	-0.01	65	A2IV	
Мирцам	β CMa	6 22 42.0	-17 57 21	1.98	-0.23	-0.24	650	B1II-III	
Альхена	γ Gem	6 37 42.7	16 23 57	1.93	0.00	-0.01	84	A0IV	
Сириус	α CMa	6 45 08.9	-16 42 58	-1.46	0.00	-0.03	13	A1Vp	

Имя звезды	Название звезды	α	(2000.0)	δ	V	B-V	U-B	τ	Спектр
Адара	ϵ CMa	6 58 37.5	-28 58 20	1.50	-0.21	0.21	470	B2II	
Везен	δ CMa	7 08 23.5	-26 23 36	1.84	0.68	0.33	1100	F8Ia	
Алудра	η CMa	7 24 05.7	-29 18 11	2.45	-0.08	-0.06	1300	B5Ia	
Кастор	α Gem	7 34 36.0	31 53 19	1.50	0.04	0.02	45	A2Vm	
Процион	α CMi	7 39 18.1	5 13 30	0.38	0.42	0.23	11	F5IV-V	
Поллукс	β Gem	7 45 18.9	28 01 34	1.14	1.00	0.50	35	K0IIb	
Альфард	α Hya	9 27 35.2	-8 39 31	1.98	1.44	0.77	130	K3II-III	
Регул	α Leo	10 08 22.3	11 58 02	1.35	-0.11	-0.10	68	B7V	
Альгиба	γ^1 Leo	10 19 58.3	19 50 30	2.61	1.15	0.62	130	K1-IIb	
Мерак	β UMa	11 01 50.5	56 22 57	2.37	-0.02	-0.04	76	A1V	
Дубхе	α UMa	11 03 43.7	61 45 03	1.79	1.07	0.58	44	K0IIa	
Зосма	δ Leo	11 14 06.5	20 31 25	2.56	0.12	0.03	68	A4V	
Денебола	β Leo	11 49 03.6	14 34 19	2.14	0.09	0.02	42	A3V	
Фекда	γ UMa	11 53 49.8	53 41 41	2.44	0.00	-0.03	80	A0Ve	
Крац	β Crv	12 34 23.2	-23 23 48	2.65	0.89	0.44	172	G5II	
Алиот	ϵ UMa	12 54 01.7	55 57 35	1.77	-0.02	-0.03	78	A0p	
Виндемиатрикс	ϵ Vir	13 02 10.6	10 57 33	2.83	0.94	0.45	93	G8IIIab	
Мицар	ζ Uma	13 23 55.5	54 55 31	2.27	0.02	-0.02	79	A1Vp	
Спики	α Vir	13 25 11.6	-11 09 41	0.98	-0.23	-0.24	220	B1III+B2V	
Бенетнаш	η UMa	13 47 32.4	49 18 48	1.86	-0.19	-0.18	163	B3V	
Арктур	α Boo	14 15 39.7	19 10 57	-0.04	1.23	0.65	35	K1.5III	
Ицар	ϵ Boo	14 44 59.2	27 04 27	2.70	0.97	0.52	230	K0II-III	
Кохаб	β UMi	14 50 42.3	74 09 20	2.08	1.47	0.76	105	K4-III	
Гемма	α CrB	15 34 41.3	26 42 53	2.23	-0.02	-0.04	71	A0V+G5V	
Унук Эльхья	α Ser	15 44 16.1	6 25 32	2.65	1.17	0.56	82	K2IIb	
Дшуба	δ Sco	16 00 20.0	-22 37 18	2.32	-0.12	-0.13	990	B0.3IV	
Акраб	β^1 Sco	16 05 26.2	-19 48 20	2.62	-0.07	-0.09	540	B1V	
Антарес	α Sco	16 29 24.4	-26 25 55	0.96	1.83	1.23	365	M1.5I+B4V	
Антилис	β Her	16 30 13.2	21 29 23	2.77	0.94	0.47	125	G7IIa	
Сабик	η Oph	17 10 22.7	-15 43 29	2.43	0.06	0.01	73	A2V	
Альваид	β Dra	17 30 26.0	52 18 05	2.79	0.98	0.48	365	G2Ib-IIa	
РасАльхаг	α Oph	17 34 56.1	12 33 36	2.08	0.15	0.08	60	A5III	
Келб Альраи	β Oph	17 43 28.4	4 34 02	2.77	1.16	0.57	125	K2III	
Этамин	γ Dra	17 56 36.4	51 29 20	2.23	1.52	0.85	116	K5III	
Каус Медиус	δ Sgr	18 20 59.7	-29 49 41	2.70	1.38	0.68	112	K3IIa	
Каус Бореалис	λ Sgr	18 27 58.2	-25 25 18	2.81	1.04	0.56	84	K1IIb	
Вега	α Lyr	18 36 56.3	38 47 01	0.03	0.00	-0.03	26	A0Va	
Нунки	σ Sgr	18 55 15.9	-26 17 48	2.02	-0.22	-0.21	180	B2.5V	
Редз	γ Aql	19 46 15.6	10 36 48	2.72	1.52	0.75	230	K3II	
Альтаир	α Aql	19 50 47.0	8 52 06	0.77	0.22	0.14	16	A7V	
Садор	γ Cyg	20 22 13.7	40 15 24	2.20	0.68	0.34	540	F8Ib	
Денеб	α Cyg	20 41 25.9	45 16 49	1.25	0.09	0.10	930	A2Ia	
Гинах	ϵ Cyg	20 46 12.7	33 58 13	2.46	1.03	0.54	80	K0III	
Альдерамин	α Cep	21 18 34.8	62 35 08	2.44	0.22	0.11	49	A7V	
Эниф	ϵ Peg	21 44 11.2	9 52 30	2.39	1.53	0.76	820	K2Ib	
Денеб Альгиди	δ Cap	21 47 02.4	-16 07 38	2.87	0.29	0.17	50	Am	
Фомальгаут	α PsA	22 57 39.1	-29 37 20	1.16	0.09	0.02	23	A3V	
Шеат	β Peg	23 03 46.5	28 04 58	2.42	1.67	1.32	172	M2.5II-III	
Маркаб	α Peg	23 04 45.7	15 12 19	2.49	-0.04	-0.03	102	B9V	

Для 16 наиболее ярких звезд, называемых навигационными, в таблице 2 приведены их видимые места. Эти данные необходимы для любителей астрономии, морского туризма и участников спортивных регат, желающих определить свое местонахождение. Видимые координаты звезд (α и δ) даны на 2011 год через 10 суток. Интерполирование позволяет определить их на любой день года.

	Альдебаран (α Tau) +0.87 ^m		Ригель (β Ori) +0.18 ^m		Капелла (α Aur) +0.08 ^m		Бетельгейзе (α Ori) +0.40 ^m	
Дата	В 0ч всемирного времени							
2011	α δ 4ч36м +16°31'		α δ 5ч15м -8°11'		α δ 5ч17м +46°00'		α δ 5ч55м +7°24'	
Янв. 5	35° 633	54" 03	06° 348	24" 63	33° 654	34" 95	48° 597	28" 57
25	35° 524	53" 42	06° 269	27" 58	33° 565	37" 35	48° 610	26" 91
Февр. 4	35° 412	53" 12	06° 169	28" 75	33° 432	38" 30	48° 548	26" 25
24	35° 107	52" 50	05° 876	30" 35	33° 029	39" 42	48° 311	25" 33
Март 6	34° 931	52" 17	05° 698	30" 78	32° 782	39" 54	48° 151	25" 03
26	34° 589	51" 54	05° 334	30" 86	32° 276	38" 85	47° 779	24" 76
Апр. 5	34° 442	51" 26	05° 165	30" 54	32° 043	38" 09	47° 626	24" 77
25	34° 248	50" 88	04° 903	29" 15	31° 689	35" 86	47° 343	25" 10
Май 5	34° 210	50" 82	04° 822	28" 11	31° 584	34" 50	47° 245	25" 44
25	34° 278	51" 05	04° 787	25" 42	31° 558	31" 58	47° 168	26" 43
Июнь 4	34° 376	51" 34	04° 833	23" 82	31° 635	30" 13	47° 191	27" 09
24	34° 711	52" 46	05° 052	20" 29	31° 970	27" 47	47° 361	28" 68
Июль 4	34° 933	53" 17	05° 218	18" 43	32° 216	26" 32	47° 502	29" 60
24	35° 459	54" 80	05° 642	14" 18	32° 837	24" 57	47° 884	31" 46
Авг. 2	35° 751	55" 68	05° 890	13" 25	33° 197	23" 98	48° 115	32" 34
23	36° 360	57" 35	06° 430	10" 69	33° 980	23" 38	48° 631	33" 80
Сент. 2	36° 670	58" 08	06° 715	09" 82	34° 391	23" 36	48° 910	34" 31
22	37° 269	59" 21	07° 285	09" 14	35° 216	23" 84	49° 487	34" 72
Окт. 1	37° 555	59" 57	07° 566	09" 35	35° 624	24" 33	49° 780	34" 59
21	38° 077	59" 86	08° 093	10" 86	36° 397	25" 75	50° 353	33" 65
Нояб. 11	34° 994	55" 72	08° 554	13" 61	37° 081	27" 73	50° 886	31" 94
31	35° 351	55" 27	08° 913	17" 15	37° 626	30" 18	51° 339	29" 78
Дек. 11	35° 482	54" 98	09° 042	19" 04	37° 826	31" 52	51° 519	28" 64
31	35° 625	54" 34	09° 189	24" 41	38° 059	34" 29	51° 776	26" 47
	Сириус (α CMa) -1.44 ^m		Кастор (α Gem) +1.5 ^m		Прокцион (α CMi) +0.40 ^m		Поллукс (β Gem) +1.16 ^m	
Дата	В 0ч всемирного времени							
2011	α δ 6ч45м -16°43'		α δ 7ч35м +31°51'		α δ 7ч39м +5°11'		α δ 7ч46м +27°59'	
Янв. 5	40° 210	58" 83	20° 895	40" 71	55° 198	40" 41	02° 134	48" 36
25	40° 259	63" 39	21° 132	41" 60	55° 395	37" 92	02° 384	48" 73
Февр. 4	40° 211	65" 34	21° 163	42" 25	55° 418	36" 94	02° 424	49" 15
24	39° 987	68" 31	21° 053	43" 72	55° 320	395.57	02° 338	50" 26
Март 6	39° 824	69" 34	20° 926	44" 44	55° 211	35" 15	02° 224	50" 87
26	39° 448	70" 38	20° 579	45" 60	54° 914	34" 78	01° 901	51" 94
Апр. 5	39° 252	70" 42	20° 381	45" 99	54° 745	34" 79	01° 714	52" 34
25	38° 900	69" 55	19° 999	46" 26	54° 419	35" 14	01° 346	52" 77
Май 5	38° 757	68" 68	19° 832	46" 15	54° 277	35" 46	01° 183	52" 79
25	38° 572	66" 17	19° 596	45" 46	54° 074	36" 35	00° 946	52" 46
Июнь 4	38° 535	64" 57	19° 533	44" 94	54° 018	36" 92	00° 878	52" 12
24	38° 580	60" 93	19° 534	43" 61	54° 012	38" 20	00° 862	51" 21
Июль 4	38° 659	58" 96	19° 596	42" 85	54° 060	38" 90	00° 912	50" 66
24	38° 925	55" 06	19° 835	41" 21	54° 254	40" 26	01° 118	49" 44
Авг. 2	39° 104	53" 24	20° 009	40" 32	54° 396	40" 88	01° 275	48" 73
23	39° 539	50" 24	20° 449	38" 51	54° 760	41" 78	01° 678	47" 21
Сент. 2	39° 790	49" 18	20° 710	37" 58	54° 978	41" 98	01° 920	46" 37
22	40° 333	48" 21	21° 297	35" 67	55° 472	41" 75	02° 471	44" 56
Окт. 1	40° 622	48" 36	21° 621	34" 70	55° 745	41" 27	02° 776	43" 58
21	41° 207	50" 03	22° 304	32" 83	56° 327	39" 56	03° 429	41" 57
Нояб. 11	41° 772	53" 34	23° 011	31" 18	56° 932	36" 96	04° 113	39" 61
31	42° 270	57" 87	23° 689	30" 01	57° 511	33" 80	04° 777	37" 99
Дек. 11	42° 475	60" 40	23° 995	29" 68	57° 771	32" 14	05° 078	37" 40
31	42° 770	65" 58	24° 497	29" 61	58° 198	28" 96	05° 581	36" 76

	Регул (α Leo) +1.36 ^m			Спики (α Vir) +4.78 ^m			Арктур (α Boo) -0.05 ^m			Антарес (α Sco) +1.3 ^m +2.4 ^m			
Дата		В 0ч всемирного времени											
2011		α 10ч08м +11°54'		δ 13ч18м +5°24'		α 14ч16м +19°06'		δ 16ч30м -26°27'					
Янв.	5	59°499	35"30	10°595	32"96	10°313	77"48	05°126	19"16				
	25	59°984	32"73	11°250	29"12	10°975	73"43	05°756	20"18				
Февр.	4	60°161	31"84	11°554	27"54	11°300	71"94	06°096	20"85				
	24	60°362	30"90	12°073	25"32	11°890	70"29	06°787	22"33				
Март	6	60°389	30"80	12°283	24"70	12°145	70"12	07°127	23"08				
	26	60°316	31"20	12°587	24"40	12°552	71"06	07°765	24"46				
Апр.	5	60°231	31"61	12°687	24"66	12°704	72"94	08°060	25"07				
	25	60°000	32"67	12°786	25"80	12°903	74"80	08°581	26"11				
Май	5	59°870	33"25	12°795	26"59	12°954	76"41	08°805	26"55				
	25	59°616	34"36	12°740	28"37	12°966	79"73	09°161	27"32				
Июнь	4	59°501	34"87	12°682	29"29	12°931	81"33	09°289	27"66				
	24	59°320	35"70	12°522	31"00	12°790	84"11	09°433	28"23				
Июль	4	59°255	36"01	12°422	31"77	12°687	85"23	09°445	28"27				
	24	59°194	36"34	12°201	32"97	12°433	86"76	09°353	28"76				
Авг.	2	59°197	36"34	12°085	33"40	12°288	87"14	09°251	28"79				
	23	59°310	35"98	11°868	33"79	11°989	87"05	08°961	28"58				
Сент.	2	59°359	35"49	11°775	33"74	11°844	86"58	08°785	28"31				
	22	59°619	33"99	11°658	33"03	11°606	84"75	08°423	27"46				
Окт.	1	59°619	32"93	11°644	32"34	11°525	86"40	08°254	26"90				
	22	60°245	30"19	11°733	30"24	11°477	79"87	08°001	25"66				
Нояб.	11	60°814	26"74	12°005	27"13	11°614	75"35	07°918	24"49				
	31	61°460	22"87	12°453	23"23	11°948	70"17	08°048	23"78				
Дек.	11	61°792	20"94	12°734	21"08	12°184	67"49	08°192	23"53				
	31	62°429	17"34	13°365	16"69	12°759	62"29	08°636	23"70				

	Вега (α Lyr) +0.03 ^m			Альтаир (α Aql) +0.76 ^m			Денеб (α Cyg) +1.25 ^m			Фомальгаут (α PsA) +1.17 ^m			
Дата		В 0ч всемирного времени											
2011		α 18ч37м +38°47'		δ 19ч51м +8°53'		α 20ч41м +45°19'		δ 22ч58м -29°33'					
Янв.	5	17°667	38"55	18°891	55"00	47°433	22"09	15°798	53"15				
	25	17°982	32"62	19°086	51"94	47°418	16"38	15°649	51"87				
Февр.	4	18°204	29"94	19°614	50"52	47°485	13"44	15°612	50"85				
	24	18°750	25"77	19°614	48"30	47°773	08"05	15°630	48"06				
Март	6	19°063	24"41	19°843	47"61	47°989	05"79	15°688	46"33				
	26	19°727	23"47	20°359	47"30	48°546	02"67	15°917	42"34				
Апр.	5	20°068	23"90	20°642	47"71	48°877	01"91	16°088	40"14				
	25	20°727	26"47	21°230	49"64	49°605	02"20	16°544	35"54				
Май	5	21°035	28"51	21°529	51"10	49°986	03"21	16°823	33"21				
	25	21°566	33"71	22°101	54"74	50°732	06"82	17°456	28"80				
Июнь	4	21°781	36"71	22°364	56"82	51°080	09"30	17°799	26"80				
	24	22°078	43"04	22°522	31"00	51°675	15"23	18°490	23"50				
Июль	4	22°156	46"21	22°983	63"31	51°909	18"53	18°823	22"27				
	24	22°158	52"13	22°204	67"31	52°217	25"35	19°416	20"82				
Авг.	2	22°083	54"78	23°349	69"09	52°287	28"73	19°663	20"61				
	23	21°798	59"11	23°208	72"03	52°253	35"03	19°961	28"58				
Сент.	2	21°596	60"74	23°126	73"17	52°153	37"86	20°131	21"99				
	22	21°117	62"72	22°868	74"71	51°818	42"51	20°423	24"20				
Окт.	1	20°856	63"05	22°705	75"11	51°594	44"28	20°171	25"55				
	22	20°350	62"31	22°361	75"16	51°088	46"47	19°999	28"36				
Нояб.	11	19°928	59"73	22°049	74"23	50°562	46"70	19°729	30"92				
	31	19°662	55"50	21°831	72"40	50°093	44"95	19°423	32"76				
Дек.	11	19°604	52"89	21°774	71"18	49°904	43"34	19°275	33"30				
	31	19°645	47"01	21°768	68"32	49°637	38"92	19°014	33"56				

КРАТНЫЕ ЗВЕЗДЫ

Кратными звездами называются группы звезд, содержащие до 10 объектов, связанных узлами взаимного тяготения. Такие системы 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. Это системы, где содержится набор нескольких широких пар звезд, далеко расположенных друг от друга, например, система звезд ϵ Лиры, либо это широкая пара, один из компонентов которой – тесная пара, например, система звезд 44i Волопаса.

Звезды рождаются в газопылевых облаках, как правило, как кратные объекты. Первичные звезды, которые мы часто называем протозвездами, это газопылевые сгустки, которые имеют огромные размеры и, сжимаясь и постепенно разогреваясь, выделяют энергию сначала в инфракрасной области спектра, становясь самосветящимися объектами, то есть звездами. Затем, сильно разогревшись до миллионов градусов в своих недрах, включают термоядерные источники энергии и становятся нормальными звездами Главной последовательности.

Двойные звезды на стадии до Главной последовательности, выделяющие энергию в результате гравитационного сжатия, «живут» 10^5 - 10^6 лет и показывают вдвое большую численность, чем звезды Главной последовательности. Процесс изменения численности с потерей двойственности особенно заметен с увеличением масс объектов. Зная, что массивные звезды развиваются ускоренным темпом, можно предположить, что у них возможно существует обмен веществом, приводящий к образованию около них газопылевых структур – рукавов, дисков и оболочек.

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 (похоже на космогонию Джинса), из которого создаются протопланетные сгустки разных масс, расположенные на разных расстояниях от центрального объекта. 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 соответствующим этому энерговыделением. Перестройка недр приводит к изменениям потока излучаемой энергии и приводит 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 гра-

витационного 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), так и более сложным образом – у тесных двойных звезд. Эволюция одиночных звезд хорошо изучена и показывает, что эти объекты проходят стадии: карлик – субгигант – гигант – сверхгигант – релятивистский объект. Каждая из этих стадий уже надежно просчитана и подтверждена наблюдениями.

Для взаимодействующих двойных звезд (тесные пары) эволюция идет сложнее, так как звезды двойной системы могут иметь разные массы и сперва развиваться как не взаимодействующие, а затем начать обмен веществом, приводящий к новым значениям их масс и химического состава, с изменением физики наружных слоев, недр звезд и ряда других основных характеристик. И если у одиночных звезд условия развития можно считать квазистационарными, то у взаимодействующих звезд они меняются с большим разнообразием.

Находясь на Главной последовательности (это стадия звезд-карликов), звезды двойной системы выжигают свой водород, что приводит к изменению их химического состава и к росту их радиусов и светимостей. Более массивная из них заполняет свою полость Роша (полость, ограниченная одной из эквипотенциальных поверхностей Лагранжа), свойство которой таково, что вещество расширившейся звезды уже не удерживается ею и уходит в межзвездное пространство. Полости Роша звезд двойной системы соприкасаются в так называемой первой точке Лагранжа L_1 .

Размеры полости Роша (внутренняя критическая поверхность) зависят от масс звезд пары и *особенно* от расстояния между ними. Массивные звезды быстро выжигают свой водород и при небольших расстояниях между собой (размеры полости Роша невелики), быстро заполняют свои полости Роша, активно взаимодействуя. Маломассивные звезды медленно выжигают свой водород и при больших расстояниях между собой (размеры полости Роша велики) могут свои полости Роша и не заполнить. Так как характеристики двойных звезд разнообразны, то и пути эволюции звезд также сильно различаются.

По методам наблюдений двойные звезды делятся на визуально-двойные, спектрально-двойные и затменно-двойные. Среди первых мы наблюдаем широкие пары, звезды которых развиваются практически как одиночные объекты. Второй и третий типы звезд, в основном, являются тесными парами, различающимися только тем, что у затменно-двойных звезд угол наклона орбиты близок к 90° и позволяет

наблюдать затмения звезд. Поэтому среди спектрально- и затменно-двойных большая часть объектов имеет близкие пути эволюции, и их можно не разделять.

Спектрально-двойные звезды делятся на два класса: *SB1* – наблюдается спектр только одной звезды двойной пары, обычно из-за большого различия в светимостях звезд пары, и *SB2* – наблюдаются спектры обеих звезд пары. Для затменно-двойных же разработан ряд детальных классификаций звезд, имеющих строгие физические обоснования. В последней из них – классификации Свечникова 1986 года – учитываются массы звезд, их светимости и эволюционное состояние. Этой классификации при рассмотрении эволюции тесных двойных звезд мы и отдадим предпочтение.

Итак, в звездах двойных систем включились термоядерные реакции и они пришли на Главную последовательность (это по Свечникову *РГП*-класс звезд). Упрощая рассмотрение, будем считать главными процессами у этих звезд, влияющими на эволюцию, такие: наличие звездного и магнитного звездного ветров, переносащих массы и угловой момент, и гидродинамического переноса момента. Отметим, что последний механизм работает для *сверхтесных* звезд, а магнитный звездный ветер характерен для звезд с массами менее 1.5 масс Солнца.

Для *РГП*-звезд с массами менее 1.5 массы Солнца при периодах P менее 3 суток эволюцию определяет магнитный звездный ветер, который уносит угловой момент. Это приводит к уменьшению орбитального периода, переводя звезды сначала в класс *подобных* типу *W* Большой Медведицы ($\sim KW$) с орбитальными периодами 0.86-0.59 суток, а затем – в класс звезд типа *W* Большой Медведицы (KW) с орбитальными периодами 0.45-0.22 суток. Времена переходов: в класс $\sim KW - 10^8$ лет, затем в класс $KW - 10^7$ лет. Затем звезды класса KW должны слиться в один объект за 10^6 лет.

Для *РГП*-звезд с массами менее 1.5 масс Солнца, но с орбитальными периодами более 6 суток, преобладает звездный ветер, который приводит к увеличению расстояний между звездами. Последние развиваются почти как звезды широких пар и переходят в класс звезд типа *AR* Ящерицы (*AR*-класс) с орбитальными периодами в среднем более 5 суток. Звезды *AR*-класса – это звезды, уже ушедшие с Главной последовательности и являющиеся звездами-субгигантами практически одинаковых масс. Можно предположить, что это наиболее старые объекты среди двойных звезд, имеющие возраст более 10^9 лет.

Для *РГП*-звезд с массами менее 1.5 масс Солнца, имеющими орбитальные периоды P в пределах $3 < P < 6$ суток, действия звездного и магнитного звездного ветров взаимно компенсируются, и они заполняют свои полости Роша (при этом более массивная звезда обгоняет свою соседку) и переходят в разряд контактных ранних звезд (*KP*-системы). Развитие таких двойных систем в зависимости от массы и расстояния между звездами пары несколько различается по времени эволюции и по переходу в тот или иной подкласс *KP*-класса. Звезды *KP*-, $\sim KW$ - и KW -систем) – это звезды Главной последовательности.

Подобным образом развиваются *РГП* двойные звезды, имеющие массы более 1.5 масс Солнца и разнообразные орбитальные периоды, причем самые массивные звезды заполняют свои полости Роша за время 10^5 - 10^6 лет и взрывоподобно передают свое вещество соседке по системе и в околозвездное пространство. При этом около звезд и системы двойной звезды образуются газо-

вые струи, диски и оболочки. На этой стадии наблюдается так называемая «перемена ролей», когда более массивная звезда передает часть своего вещества и становится менее массивной звездой двойной системы.

Дальнейшая эволюция затменных двойных такова: очень массивные *KP*-системы звезд, интенсивно отдавая свое вещество, переходят в класс звезд, содержащих *OB*-звезду и звезду типа Вольфа-Райе (*WR*-звезда). Менее массивные звезды переходят в класс полуразделенных звезд (*PP*-системы), в которых произошел процесс «перемены ролей», и потерявшая вещество звезда становится звездой-субгигантом, заполняющим свою полость Роша, продолжая передавать свое вещество соседке и в межзвездное пространство. В это время орбитальный период системы растет, а различие в массах увеличивается.

Среди затменных двойных звезд есть еще один класс звезд, природа которых не совсем ясна. Это по Свечникову *PC*-класс, содержащий, как и класс *PP*-звезд, более массивную звезду Главной последовательности и менее массивную звезду-субгигант. Отличие между *PP*-системами и малочисленными *PC*-системами состоит в том, что последние обладают большими орбитальными периодами, и у них звезда-субгигант *не заполняет* свою полость Роша. В то же время у *PC*-систем наблюдается перенос вещества, вызванный, видимо, другими механизмами, чем у *PP*-систем.

Предложенный выше сценарий эволюции тесных двойных систем показывает, что есть случаи не взаимодействующего процесса эволюции двойных звезд (пример, *AR*-систем), что есть случаи катастрофического взаимодействия со слиянием и образованием одиночных звезд (пример, *KW*-систем), подобных одиночным звездам-страглерам, что из массивных *KP*-систем возможно образование в двойных системах таких уникальных объектов как звезды типа Вольфа-Райе с эффектами сильнейших звездных ветров и больших потерь вещества с продолжительностью жизни порядка 10^5 лет.

Среднемассивные звезды *PP*-систем, по нашему мнению (возможно и *PC*-систем), с потерей массы звезды-субгиганта, обнажают его ядро и, в зависимости от массы и орбитального периода, становятся катаклизмическими и симбиотическими объектами. В последних вторая звезда Главной последовательности заполняет свою полость Роша и начинает передавать вещество соседке. Это начало стадии второго обмена массами, когда происходит второй процесс «перемены ролей», и обнаженное ядро первоначально главной звезды становится релятивистским объектом и принимает вещество соседки.

Этапы первого и второго обмена веществом существенно различаются. В первом случае переносимое вещество создает потоки газа от одной звезды к другой, диски вокруг звезды-акретора, принимающей вещество, оболочки около звезд и иногда общую оболочку около двойной системы. В этих образованиях могут наблюдаться яркие пятна и линии — результат столкновения потоков газа с веществом дисков и звезд, наблюдаются ударные волны. Больших магнитных полей, способных влиять на характеристики перетекающего вещества, у этих звезд нет.

В развитии тесных двойных систем с релятивистским объектом существенно влияние магнитных сил. В зависимости от величины магнитного поля релятивистского объекта, звезды делятся на: а) «немагнитные системы», имеющие слабое магнитное поле, не мешающее газовому потоку образовать около

релятивистского объекта газовый диск, б) «промежуточные поляры», магнитное поле у которых преобразует диск в кольцо, и в) настоящие «поляры», у которых вещество переносится от звезды-донора по магнитным силовым линиям на релятивистский объект-аккректор.

Для любителей астрономии, имеющих небольшие телескопы и проводящих визуальные наблюдения, мы приводим список наиболее интересных визуально-двойных звезд. Что касается спектрально-двойных звезд, то их наблюдения требуют наличия более мощных телескопов, снабженных спектральными приборами. Любителям, обладающих таким оборудованием, предлагается список доступных для наблюдений спектрально-двойных звезд. Что касается затменно-двойных звезд, то, по старой традиции, как объекты, изменяющие свой блеск, они включены в раздел «Переменные звезды».

Таблица ярких визуально-двойных звезд

Звезда	б (2000.0) д			Блеск m _A + m _B	Спектры Sp _A + Sp _B	a ^{*)}	Цвет
	h	m	°				
η Cas	00 49	+57 49		3.5 + 7.4	G0 V + M0	13	Желтая-красная
γ And	00 08	+29 06		2.3 + 5.1	K3 II + F0	10	Желтая-зеленая
η Per	02 51	+55 53		3.8 + 8.5	K3 Ib + ?	28	Оранжевая-голубая
ι Cnc	08 47	+28 46		4.2 + 6.8	G8 II + A3 V	31	Желтая-голубая
γ Leo	10 20	+19 54		2.6 + 3.8	K0 + K0	4	Оранжевые обе
α CVn	12 56	+38 19		2.9 + 5.6	B9.5 + F0	20	Желтая-фиолетовая
ζ UMa	13 24	+54 55		2.3 + 4.0	A2 + A2	14	Белая-белая
ε Boo	14 45	+27 04		2.7 + 5.1	K0 II + A0 V	3	Желтая-зеленая
β Sco	16 05	-19 48		2.6 + 5.1	B0.5 V + B2 V	14	Белая-зеленая
α Her	17 15	+14 24		3.5 + 5.4	M5 II+G5 III	5	Оранжевая-зеленая
ζ Lyr	18 45	+37 36		4.3 + 5.7	A3 + A3	44	Белая-белая
θ Ser	18 56	+04 12		4.5 + 5.4	A5 + A5	22	Белая-белая
δ Dra	19 13	+67 39		4.9 + 4.9	A5 + A5	62	Белая-белая
β Cyg	19 31	+27 57		3.1 + 5.4	K3 II + B8 V	35	Желтая-голубая
γ Del	20 47	+16 08		4.3 + 5.3	K1 IV + F7 V	10	Желтая-зеленая
61 Cyg	21 04	+38 38		5.2 + 6.0	K5 V + K7 V	28	Оранжевые обе

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

Таблица некоторых ярких спектрально-двойных звезд

Имя	звезда	$\alpha_{2000.0}$ h m	$\delta_{2000.0}$ o ' "	m _v	Спектр	Период в сутках
Сиррах	α And	00 08.4	+29 05.4	2.06	B8 IV	96.7
Шератан	β Ari	01 54.6	+20 48.5	2.64	A5 V	107.0
Алголь	β Per	03 08.2	+40 57.3	2.12	B8 V	2.87
Ригель	β Ori	05 14.5	-08 12.1	0.12	B8 I	9.9
Менкаб	β Aur	05 59.5	+44 56.8	1.90	A2 IV	3.96
Кастор	α Gem	07 34.6	+31 53.3	1.98	A1 V	3 периода
Мицар	ζ Uma	12 23.9	+54 55.5	2.27	A1 V	20.5
Спика	α Vir	13 25.2	-11 09.7	0.98	B1 III	4.01
Гемма	α CrB	15 34.7	+26 48.9	2.23	A0 V	17.36
Гинах	ε Cyg	20 46.2	+33 58.2	2.46	K0 III	?

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Переменные звезды, блеск которых в максимуме не слабее 8 звездной величины, мы называем яркими и приводим их данные в этом разделе. Изменение блеска этих звезд составляет не менее 0.3 звездной величины. В списки звезд включены объекты со склонением δ более -10 градусов, расположенные в порядке возрастания прямых восхождений α .

В ниже расположенных таблицах первые две колонки показывают название звезды, название созвездия; далее приведены координаты на небесной сфере (равноденствие 2000.0) – прямое восхождение и склонение, звездная величина в максимуме $M_{\max}$ и минимуме $M_{\min}$ блеска, начальная эпоха T в виде юлианской даты (без первых двух цифр 24), период изменения блеска P , а также A – «асимметрия» для пульсирующих звезд типов M (долгопериодические переменные типа α , либо Миры Кита) и D (δ Сер – δ Цефея и δ Sct – δ Щита), равная отношению среднего промежутка времени между минимумом и последующим максимумом, к интервалу между последовательными максимумами, и выраженная в процентах.

Для затменных переменных звезд (Е) типов EA (Алголь), EB (β Лир), EW (W Большой Медведицы) величина A характеризует процентное отношение продолжительности затмения к периоду изменения блеска.

Описание типов переменности звезд и методики их наблюдения приведены в «Одесском Астрономическом Календаре» за 2000 год. Отметим, что для некоторых звезд периоды изменения блеска еще не определены, и эти объекты представляют особый интерес не только для профессиональных, но и любительских наблюдений.

Краткое описание приведенных в календаре типов переменных звезд таково:

Затменные двойные звезды, обозначаемые буквой «Е» (от английского слова eclipsing – затменный), представляют собой системы из двух звезд, вращающихся вокруг общего центра масс по круговым или эллиптическим орбитам. Если при этом плоскость орбиты образует достаточно небольшой угол с направлением на наблюдателя, то периодически будут наблюдаться ослабления блеска, вызываемые затмениями. При этом более глубокий минимум для звезд с круговыми орбитами соответствует затмению звезды с большей поверхностной яркостью, а не обязательно большей светимостью.

В зависимости от относительных размеров звезд и так называемой критической поверхности Роша, двойные системы подразделяются на разделенные, полуразделенные и контактные. Существует также дополнительная классификация, основанная на физических характеристиках компонент – принадлежности звезд к черным дырам, нейтронным звездам, белым карликам, карликам, субгигантам, гигантам, сверхгигантам и так далее.

Наблюдения затменно-двойных звезд любителями представляют интерес для науки, поскольку позволяют исследовать изменения их периодов

со временем, что может быть связано с различными физическими механизмами – перетеканием вещества со звезды на звезду и истечением вещества из системы. Практически для этого нет необходимости наблюдать звезду в течение всего периода. Можно рассчитать момент минимума («эфемериду»), и провести наблюдения вблизи минимума в течение часа или нескольких часов (в зависимости от ширины минимума), определив его реальный момент, который может несколько отличаться от эфемериды. Именно эти отличия и используются в дальнейшем для исследования изменений периода и приводящих к нему физических механизмов.

Звезды типа δ Цефея, иначе называемые цефеидами, являются молодыми пульсирующими звездами, в недрах которых уже произошло выгорание водорода. Их кривые блеска являются наиболее стабильными по сравнению с пульсирующими звездами других типов. Масса звезды определяет ее внутреннее строение, а, следовательно, и характеристики кривых изменения блеска и спектров. По статистической зависимости «период – светимость» оказывается возможным определять расстояние до этих звезд и, соответственно, звездных группировок, в которых они находятся. Поэтому цефеиды уже на протяжении века называют «маяками Вселенной». «Правильность» поведения этих звезд делает их «тестовыми» для построения моделей звездных пульсаций, в то время как сложный характер пульсаций звезд других типов требует разработки более сложных теоретических моделей.

С наблюдательной точки зрения, цефеиды представляют собой «удобные» звезды с заметно большой амплитудой и стабильными предсказуемыми кривыми блеска, что позволяет проводить их оценки блеска раз в ночь с последующим построением фазовой кривой. К ним примыкают звезды типа δ Щита, обычно характеризующиеся меньшими амплитудами и наличием нескольких одновременно действующих колебаний. Ниже в таблице приведены звезды этого типа с большими амплитудами.

Наибольшими амплитудами характеризуются звезды типа Миры Кита, или мириды. У некоторых звезд (ω Андромеды, χ Лебедя) эта величина достигает экстремального значения – почти 11 звездных величин, то есть различие в светимости достигает 25 тысяч раз! Для большинства мирид амплитуда значительно меньше, и составляет 2-5 звездных величин (то есть отношению оптических потоков в 6.3-100 раз). Особый интерес представляют «неправильности» кривых блеска, то есть изменения формы кривой от цикла к циклу. Именно этот эффект и делает наблюдение этих звезд весьма заманчивым для сотен наблюдателей-любителей разных стран. Поскольку периоды велики, достаточно делать одну оценку каждую ясную ночь, поэтому за вечер можно оценить блеск одного-двух десятков мирид.

Сведения о переменных звездах разных типов

Звезда		α (2000.0)	δ	Max	Min	T	P	A
Переменные звезды типа δ Cep								
V 440	Per	2 ^h 23 ^m 51 ^s	+55°22'.0	6 ^m .18	6 ^m .32	44869 ^d .94	7 ^d .570	50
SU	Cas	2 51 57	+68 53.4	5.70	6.18	38000.598	1.949319	40
SZ	Tau	4 37 15	+18 32.7	6.33	6.75	34628.57	3.14873	45
AW	Per	4 47 46	+36 43.5	7.04	7.89	42709.059	6.463589	25
CK	Cam	5 6 31	+55 21.4	7.19	7.80	50117.597	3.2951	25
TT	Aql	19 8 14	+ 1 17.8	6.46	7.70	37236.10	13.7546	34
FM	Aql	19 9 16	+10 33.1	7.89	8.66	35151.723	6.11423	30
FN	Aql	19 12 47	+ 3 33.4	7.96	8.75	36804.603	9.48151	49
V 473	Lyr	19 15 59	+27 55.5	5.99	6.35	39320.686	1.49078	50
U	Aql	19 29 21	- 7 2.7	6.08	6.86	34922.31	7.02393	30
U	Vul	19 36 38	+20 19.9	6.73	7.54	44939.58	7.990676	33
SU	Cyg	19 44 49	+29 15.8	6.44	7.22	43301.778	3.845547	37
SV	Vul	19 51 31	+27 27.6	6.72	7.79	43086.89	45.0121	23
η	Aql	19 52 28	+ 1 0.3	3.48	4.39	36084.656	7.176641	32
S	Sge	19 56 1	+16 38.0	5.24	6.04	42678.792	8.382086	31
X	Cyg	20 43 24	+35 35.2	5.85	6.91	43830.387	16.38633	35
T	Vul	20 51 28	+28 15.0	5.41	6.09	41705.121	4.435462	32
IR	Cep	21 57 52	+61 1.1	7.58	7.98	41696.582	2.114124	40
δ	Cep	22 29 10	+58 24.9	3.48	4.37	36075.445	5.366341	25
Переменные звезды типа δ Sct								
V 474	Mon	5 59 1	- 9 22.9	5.93	6.36	41661.1668	0.136126	
VZ	Cnc	8 40 53	+ 9 49.6	7.18	7.91	39897.4246	0.178364	26
Затменные переменные звезды типа E								
V1081	Tau	4 43 54	+22 56.8	6.9	7.3			
ζ	Tau	5 37 39	+21 8.7	2.88	3.17	44936.781	132.9735	
V 490	Per	4 6 39	+32 23.2	6.98	7.27			
V1046	Ori	5 35 22	- 4 29.5	6.54	6.58	43495.091	0.94629	
UZ	Lyn	6 19 38	+59 0.8	4.43	4.73			
V 373	Cas	23 55 33	+57 24.7	5.9	6.3	36491.237	13.4192	
Подгруппа EA								
YZ	Cas	0 45 37	+74 59.3	5.71	6.12	28733.4218	4.467224	15
U	Cep	1 2 12	+81 52.6	6.75	9.24	44541.6031	2.4930475	15
V 436	Per	1 51 58	+55 8.9	5.49	5.85	43562.853	25.9359	01
RR	Ari	1 55 51	+23 34.7	6.42	6.84	36493.2	47.9	08
V 505	Per	2 21 12	+54 30.7	6.87	7.46	47863.4858	4.222017	07
RZ	Cas	2 48 54	+69 38.1	6.18	7.72	43200.3063	1.195247	17
τ	Per	2 54 15	+52 45.8	3.94	4.07			
γ	Per	3 4 47	+53 30.5	3.63	(0.55)			
β	Per	3 8 10	+40 57.4	2.12	3.39	45641.5135	2.8673043	14
λ	Tau	4 0 41	+12 29.5	3.37	3.91	21506.8506	3.9529478	15
AG	Per	4 6 56	+33 26.9	6.69	7.00	44584.583	2.02870904	12
HU	Tau	4 38 16	+20 41.2	5.85	6.68	41275.3219	2.0562997	15
ε	Aur	5 1 58	+43 49.5	2.92	3.83	35629.	9892.	08

Звезда		α (2000.0)	δ	Max	Min	T	P	A
ζ	Aur	5 ^h 2 ^m 28 ^s	+41 [°] 4'.7	3 ^m .70	3 ^m .97	27692 ^d .825	972 ^d .160	04
IM	Aur	5 15 30	+46 24.5	7.90	8.51	40515.5465	1.247296	20
CD	Tau	5 17 31	+20 8.1	6.77	7.34	41619.4075	3.435137	08
AR	Aur	5 18 19	+33 46.2	6.15	6.82	38402.1832	4.134695	07
η	Ori	5 24 29	- 2 23.7	3.31	3.60	15761.826	7.989268	
VV	Ori	5 33 31	- 1 9.3	5.31	5.66	40890.5158	1.4853784	20
V1016	Ori	5 35 15	- 5 23.1	6.72	7.65	43144.600	65.43233	01
RR	Lyn	6 26 26	+56 17.2	5.52	6.03	33153.8623	9.945079	04
WW	Aur	6 32 27	+32 27.4	5.79	6.54	32945.5393	2.52501922	10
V 635	Mon	8 1 45	- 8 35.5	7.6	8.1	29658.375	1.807805	
TX	UMa	10 45 21	+45 34.0	7.06	8.80	44998.1475	3.0632382	12
DN	UMa	11 55 6	+46 28.6	6.63	6.73	43936.4814	1.730418	10
HY	Vir	13 8 30	- 2 40.8	7.81	8.10	47240.9713	2.73236	10
RS	CVn	13 10 37	+35 56.1	7.93	9.14	22811.6995	4.7978870	11
ZZ	Boo	13 56 10	+25 55.1	6.79	7.44	38565.9192	4.9917440	06
BW	Boo	14 37 9	+35 55.7	7.13	7.46	40362.9026	3.332821	06
δ	Lib	15 0 58	- 8 31.2	4.91	5.90	42960.6994	2.3273543	23
U	CrB	15 18 11	+31 38.8	7.66	8.79	16747.9718	3.45220133	14
U	Oph	17 16 32	+ 1 12.6	5.84	6.56	44416.3864	1.67734617	16
u	Her	17 17 20	+33 5.9	4.69	5.37	5830.0326	2.0510270	28
V2291	Oph	18 25 39	+ 8 1.8	7.02	(1.1)			
RZ	Sct	18 26 34	- 9 12.2	7.34	8.84	19261.1025	15.1902079	17
V 451	Oph	18 29 14	+10 53.4	7.86	8.46	44834.365	2.19659616	12
RX	Her	18 30 39	+12 36.6	7.28	7.87	33170.398	1.7785724	13
RS	Vul	19 17 40	+22 26.4	6.79	7.83	32808.257	4.4776635	14
U	Sge	19 18 48	+19 36.5	6.45	9.28	17130.4114	3.38061933	17
Z	Vul	19 21 39	+25 34.4	7.25	8.90	42947.4777	2.454934	18
V1143	Cyg	19 38 41	+54 58.3	5.85	6.37	42212.7651	7.6407613	02
V 444	Cyg	20 19 32	+38 43.8	7.92	8.22	41164.332	4.212424	20
Y	Cyg	20 52 4	+34 39.4	7.30	7.90	09453.4192	2.9963328	10
S	Equ	20 57 13	+ 5 4.8	8.0	10.08	42596.7434	3.4360969	13
V1898	Cyg	21 3 54	+46 19.8	7.71	8.15	45960.6758	3.0239	28
El	Cep	21 28 30	+76 24.2	7.54	8.06	36820.4665	8.439334	06
EE	Peg	21 40 2	+ 9 11.0	6.93	7.51	45563.8916	2.62821423	09
AW	Peg	21 52 21	+24 0.7	7.40	8.61	43741.400	10.62259	10
VV	Cep	21 56 39	+63 37.5	4.80	5.36	43360.	7430.	08
AR	Lac	22 8 41	+45 44.5	6.08	6.77	41593.7123	1.98319204	15
NY	Cep	22 58 39	+63 4.6	7.40	7.55	41903.8136	15.275727	02
SZ	Psc	23 13 24	+ 2 40.5	7.18	7.72	35741.8461	3.9657900	11
OT	And	23 20 1	+41 45.3	7.32	7.72			

Подгрупа ЕВ

V1061	Tau	4 58 53	+24 29.8	7.95	8.45	47942.655	1.38529	
LY	Aur	5 29 43	+35 22.6	6.66	7.35	39061.4640	4.0024943	
TU	Cam	5 54 58	+59 53.5	5.12	5.29	38051.375	2.933241	
V 505	Mon	6 45 50	+ 2 30.0	7.15	7.65	44635.318	53.7805	
FO	Vir	13 29 47	+ 1 5.8	6.50	6.82	45441.7110	0.775567	
β	Lyr	18 50 5	+33 21.7	3.25	4.36	08247.950	12.913834	
V 822	Her	18 52 2	+13 57.8	6.12	6.30			

Звезда		α (2000.0)	δ	Max	Min	T	P	A
V 822	Aql	19 ^h 31 ^m 16 ^s	- 2° 6′.7	6 ^m .87	7 ^m .44	42577 ^d .333	5 ^d .294950	
σ	Aql	19 39 12	+ 5 23.8	5.14	(0.2)	22486.797	1.95026	
V 1765	Cyg	19 48 51	+33 26.2	6.44	(0.16)			
V 367	Cyg	20 47 59	+39 17.2	6.67	7.60	37390.855	18.59773	
V 1425	Cyg	21 11 2	+55 19.9	7.7	(0.45)	40400.944	1.252387	
KP	Peg	21 26 41	+13 41.2	7.05	7.26	46730.1825	0.7272018	
GK	Cep	21 30 59	+70 49.4	6.89	7.37	38694.7063	0.936157	
V 383	Cep	21 51 48	+61 56.6	7.27	7.58	48490.3740	1.49574	
AH	Cep	22 47 53	+65 3.7	6.78	7.07	34989.4026	1.7747505	
KS	Peg	23 37 57	+18 24.0	5.37	(0.12)	42644.131	0.5021035	

Подгруппа EW

W	UMa	9 43 46	+55 57.2	7.75	8.48	45765.7385	0.33363749	
HT	Vir	13 46 7	+ 5 6.9	7.06	7.48	44044.5178	0.40767009	
i	Boo	15 3 49	+47 39.2	5.8	6.40	39852.4903	0.2678159	
BV	Dra	15 11 51	+61 51.3	7.88	8.48	44474.327	0.3500671	
V 566	Oph	17 56 52	+ 4 59.1	7.46	7.96	41835.8617	0.40964569	
VW	Cep	20 37 19	+75 35.6	7.23	7.68	44157.4131	0.27831460	

Долгопериодические переменные звезды типа M

Z	Peg	0 0 6	+25 53.2	7.3	13.6	45090.	334.8	50
T	Cas	0 23 14	+55 47.6	6.9	13.0	44160.	444.83	56
R	And	0 24 2	+38 34.7	5.8	14.9	43135.	409.33	38
RV	Cas	0 52 42	+47 24.9	7.3	16.1	44313.	331.68	38
R	Psc	1 30 38	+ 2 53.0	7.0	14.8	44920.	344.50	44
U	Per	1 59 34	+54 49.4	7.4	12.8	45066.	320.26	46
R	Ari	2 16 7	+25 3.5	7.4	13.7	44505.	186.78	45
W	And	2 17 32	+44 18.4	6.7	14.6	43504.	395.93	42
o	Cet	2 19 20	- 2 58 39	2.0	10.1	44839.	331.96	38
R	Tri	2 37 2	+34 16.0	5.4	12.6	45215.	266.9	44
U	Ari	3 11 2	+14 48.2	7.2	15.2	42835.	371.13	40
T	Cam	4 40 8	+66 8.9	7.3	14.4	43433.	373.20	47
X	Cam	4 45 40	+75 6.3	7.4	14.2	44679.	143.56	49
R	Aur	5 17 18	+53 35.3	6.7	13.9	44004.	457.51	51
UV	Aur	5 21 49	+32 30.9	7.4	10.6	41062.	394.42	
S	Ori	5 29 1	- 4 41.4	7.2	14.0	43945.	414.30	48
U	Ori	5 55 49	+20 10.6	4.8	13.0	45254.	368.3	38
V	Mon	6 22 44	- 2 11.6	6.0	13.9	44972.	340.5	46
X	Gem	6 47 7	+30 16.7	7.5	13.8	43553.	264.16	49
R	Lyn	7 1 18	+55 20.0	7.2	14.3	45175.	378.75	44
V	CMi	7 6 59	+ 8 52.8	7.4	15.1	42737.	366.10	39
R	Gem	7 7 22	+22 42.3	6.0	14.0	43325.	369.91	36
R	CMi	7 8 43	+10 1.5	7.25	11.6	41323.	337.78	48
S	CMi	7 32 43	+ 8 19.2	6.6	13.2	43911.	332.94	49
W	Lyn	8 16 47	+40 8.0	7.5	14.0	42050.	295.2	
R	Cnc	8 16 34	+11 43.7	6.07	11.8	44231.	361.60	47
V	Cnc	8 21 43	+17 17.2	7.5	13.9	43485.	272.13	46
S	Hya	8 53 34	+ 3 4.2	7.2	13.3	43509.	256.63	49
T	Hya	8 55 40	- 9 8.4	6.7	13.48	41975.	298.7	49

Звезда		α (2000.0)	δ	Max	Min	T	P	A
W	Cnc	9 ^h 9 ^m 54 ^s	+25° 14' 9"	7 ^m .4	14 ^m .4	43896 ^d .	393 ^d .22	40
Y	Dra	9 42 28	+77 51.3	6.24	15.0	44448.	325.79	45
R	LMi	9 45 35	+34 30.8	6.3	13.2	45094.	372.19	41
R	Leo	9 47 34	+11 25.8	4.4	11.3	44164.	309.95	43
S	LMi	9 53 44	+34 55.6	7.5	14.3	45292.	233.83	42
R	UMa	10 44 40	+68 46.6	6.5	13.7	45593.	301.62	39
R	Com	12 4 16	+18 47.0	7.1	14.6	43539.	362.82	38
T	UMa	12 36 24	+59 29.2	6.6	13.5	45623.	256.60	41
R	Vir	12 38 30	+ 6 59.3	6.1	12.1	45872.	145.63	50
S	UMa	12 43 57	+61 5.6	7.1	12.7	45778.	225.87	47
U	Vir	12 51 6	+ 5 33.2	7.4	13.5	44736.	206.64	47
S	Vir	13 33 0	- 7 11.7	6.3	13.2	45046.	375.10	45
R	CVn	13 48 57	+39 32.5	6.5	12.9	43586.	328.53	46
U	UMi	14 17 19	+66 47.7	7.1	13.0	45418.	330.92	50
R	Cam	14 17 40	+83 50.0	6.97	14.4	43978.	270.22	45
RS	Vir	14 27 16	+ 4 40.6	7.0	14.6	45753.	353.95	37
R	Boo	14 37 12	+26 44.1	6.2	13.1	44518.	223.40	46
S	Ser	15 21 40	+14 18.8	7.0	14.1	45433.	371.84	43
S	CrB	15 21 24	+31 22.0	5.8	14.1	44604.	360.26	35
S	UMi	15 29 32	+78 38.0	7.5	13.2	45931.	331.0	50
V	CrB	15 49 31	+39 34.3	6.9	12.6	43763.	357.63	41
R	Ser	15 50 42	+15 8.0	5.16	14.4	45521.	356.41	41
RU	Her	16 10 15	+25 4.2	6.8	14.3	44899.	484.83	43
U	Her	16 25 48	+18 53.5	6.4	13.4	44994.	406.10	40
R	Dra	16 32 40	+66 45.3	6.7	13.2	44779.	245.60	45
S	Her	16 51 54	+14 56.4	6.4	13.8	45054.	307.28	47
RS	Her	17 21 42	+22 55.2	7.0	13.0	45194.	219.70	47
T	Dra	17 56 22	+58 12.9	7.2	13.5	43957.	421.62	44
T	Her	18 9 6	+31 1.2	6.8	13.7	45306.	164.98	47
W	Lyr	18 14 56	+36 40.2	7.3	13.0	45084.	197.88	48
RY	Oph	18 16 37	+ 3 41.5	7.4	13.8	45205.	150.41	46
X	Oph	18 38 21	+ 8 49.9	5.9	9.2	44729.	328.85	53
R	Aql	19 6 22	+ 8 13.8	5.5	12.0	43458.	284.2	42
W	Aql	19 15 23	- 7 2.9	7.3	14.3	39116.	490.43	37
R	Cyg	19 36 49	+50 12.0	6.1	14.4	44595.	426.45	35
RT	Cyg	19 43 38	+48 46.6	6.0	13.1	44588.	190.28	44
χ	Cyg	19 50 34	+32 54.8	3.3	14.2	42140.	408.05	41
Z	Cyg	20 1 27	+50 2.6	7.1	14.7	44618.	263.69	45
CN	Cyg	20 17 53	+59 47.5	7.3	15.0	44577.	198.53	44
U	Cyg	20 19 36	+47 53.6	5.9	12.1	44558.	463.24	48
T	Aqr	20 49 56	- 5 8.9	7.2	14.2	43360.	202.10	48
R	Vul	21 4 23	+23 49.2	7.0	14.3	45586.	136.73	49
T	Cep	21 9 33	+68 29.5	5.2	11.3	44177.	388.14	54
S	Cep	21 35 15	+78 37.5	7.4	12.9	43787.	486.84	55
V	Peg	22 1 2	+ 6 7.2	7.0	15.0	44506.	302.35	44
R	Peg	22 6 39	+10 32.6	6.9	13.8	42444.	378.1	44
V	Cas	23 11 40	+59 42.0	6.9	13.4	44605.	228.83	48
S	Peg	23 20 33	+ 8 55.1	6.9	13.8	45311.	319.22	47
R	Cas	23 58 24	+51 23.3	4.7	13.5	44463.	430.46	40

НАША ГАЛАКТИКА

Наблюдая и изучая особенности яркой светящейся полосы на небе, называемой Млечный Путь, астрономы долгое время пытались понять общую структуру и эволюцию нашей звездной системы – Галактики. Начало телескопических исследований было положено Галилео Галилеем, который еще в 1610 году направил телескоп на звездное небо и обнаружил, что облака Млечного Пути состоят из огромного числа слабых звезд. А в 1755 году немецкий философ Иммануил Кант, опираясь на работы астронома Томаса Райта, и, зная законы тяготения, открытые Исааком Ньютоном, пришел к выводу, что наша звездная система, Галактика, большей частью которой является и Млечный Путь, может быть вращающимся диском, состоящим из огромного количества звезд, удерживаемых гравитационными силами, сходными с теми, что действуют в Солнечной системе.

К концу XVIII века, благодаря усилиям, прежде всего Уильяма Гершеля, применившего метод «черпков» или подсчета звезд в избранных участках неба, была построена первая, близкая к действительности, картина нашей Галактики. Гершель дал убедительное свидетельство 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, и, поскольку была обнаружена большая звездная плотность в Южном полушарии, это свидетельствовало о том, что Солнце не лежит в плоскости симметрии, а несколько возвышается над плоскостью Галактики. Но само Солнце в этой картине мира все еще находилось в центре нашей звездной системы.

Харлоу Шепли был первым, кто понял, где находится центр Галактики. Он писал в своей книге «Галактики» (1942 год): «Ещё до 1920 года мне стало ясно, что перепись шаровых скоплений в основном закончена и что поэтому их пора изучать как единую систему скоплений. Шаровые скопления, в противоположность рассеянному, находятся не во всех галактических долготах, а резко концентрируются в созвездиях Скорпиона, Стрельца и Змееносца. Анализируя положение сотни шаровых скоплений, я нашёл, что центр их системы находится на среднем круге Млечного Пути, вблизи того места, где сходятся границы трёх названных созвездий. Прямое восхождение его 17ч 30 м, склонение -30° . Улучшенные современные значения его координат (17ч 42 м и -29°) мало отличаются от этого. Тогда я сделал несколько смелое гипотетическое предположение, которое потом многие исследования звёзд и галактик перевели из класса гипотез в класс установленных наблюдением истин. Вот суть этого предположения. Система шаровых скоплений является своего рода скелетом тела всей Галактики, так что пространственное расположение сотни шаровых скоплений показывает расположение миллиардов остальных звёзд Галактики. Отсюда и следовал вывод, что центр нашей звёздной 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 звёздной системы, оно отодвинулось на несколько десятков тысяч световых лет от галактического ядра».

В конце 1923 года американский астроном Эдвин Хаббл получил снимки Туманности Андромеды и обнаружил на них переменные звезды – цефеиды. Он оценил расстояние до Туманности Андромеды в 900000 световых лет, используя установленную Генриэттой Ливитт зависимость «период-светимость» для цефеид. После этого стало ясно, что спиральные туманности – это гигантские звездные системы, находящиеся на огромных расстояниях от нашей Галактики. Это было открытие Галактики, как отдельной звездной системы во Вселенной.

Ян Хендрик Оорт в 1927 году на основе статистического изучения лучевых скоростей и собственных движений строго обосновал гипотезу Бергиля 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; 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 еще русским астрономом Вильгельмом Струве в 1847 году, но только в 30-е годы двадцатого столетия Роберт Трюмплер оценил величину поглощения по исследованию рассеянных скоплений.

Газ и пыль в Галактике сосредоточены в различного рода облаках – от круглых черных компактных пылевых глобул до гигантских неправильной формы агрегатов. Таковы они в созвездиях Ориона, Тельца, Лебеда и Скорпиона. Эти космические облака связаны со спиральными рукавами Галактики, которые были известны ранее из наблюдений ярких звезд. И сейчас мы знаем, что наша галактика Млечный Путь является большой дискообразной спиральной галактикой с перемычкой, диаметром около 30 килопарсек (или 100 000 световых лет) и толщиной в 3000 световых лет. Она содержит около 3×10^{11} звезд, а её общая масса с учетом протяженного гало составляет около 6×10^{11} масс Солнца, что почти в 5 раз превышает массу, сосредоточенную в пределах диска, видимого в оптическом диапазоне ($R < 12$ кпк). В Галактике содержатся также межзвездные газ и пыль, и, как показали исследования последних лет, в частности, спутника WMAP, большая доля темной материи и, возможно, темной энергии, связанные силами гравитационного взаимодействия.

Наша Галактика, как и другие спиральные галактики, характеризуется сложной многокомпонентной структурой. Яркий диск погружен в слабоосвещаемую 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 (50x30 пк) находится компактный объект Стрелец А, возможно, представляющий собой черную дыру. На сегодняшний день известно, что размер объекта Стрельца А – 50 млн. км или одна треть от расстояния между Солнцем и Землей. Кроме того, специалисты построили компьютерную модель этой области Галактики, в которую входят: центральная часть черной дыры, вращающийся вокруг нее газ и газовые струи, выбрасываемые из окрестностей черной дыры со скоростью, приближающейся к скорости света.

В настоящее время крупномасштабная структура галактического диска обычно моделируется в виде двойного диска с экспоненциальным распределением плотности (тонкий диск, вертикальный масштаб вблизи Солнца $0.2 - 0.3$ кпк, и толстый диск, вертикальный масштаб 1 кпк, при этом максимальный радиус диска $R=12$ кпк и максимальная толщина около 3 кпк).

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).

Еще в 1852 году Стивен Александер высказал предположение, согласно которому Млечный Путь представляет систему спиральных ветвей, исходящих из центра, в котором находится Солнце, а также все ярчайшие звезды.

Согласно идее Ц.Лина – Б.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.

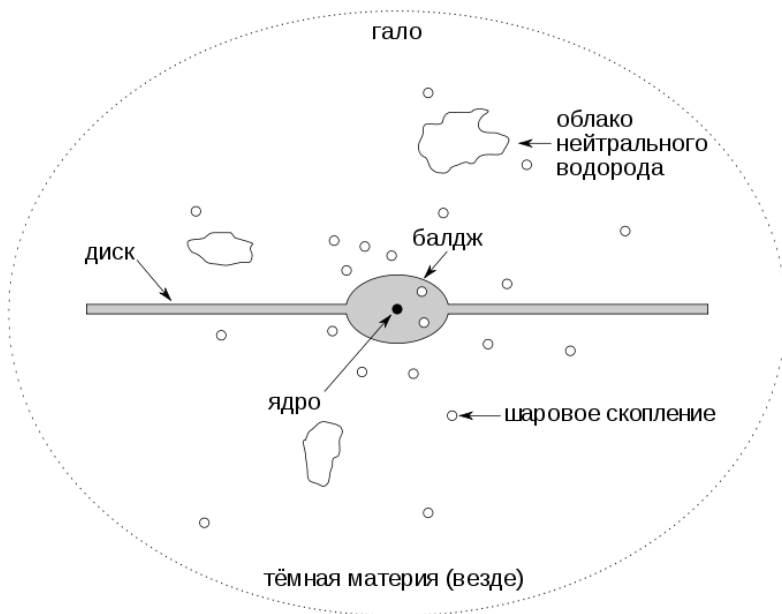


Рис. 1. Схематическое изображение составляющих нашей Галактики

Причинами возникновения волн плотности могут быть существование в центре асимметричного образования – вращающегося бара, генератора волн или наличие гравитационной неустойчивости – по мере увеличения вращения и приобретения Галактикой формы диска возрастает число неустойчивых мод собственных колебаний. Наличие такого бара в центре нашей галактики за последнее десятилетие доказано рядом наблюдений. Самые последние данные, основанные на инфракрасном обзоре 2 MASS, показывают наличие длинного бара в центре Галактики, размером $7.8 \times 1.2 \times 0.2$ кпк, наклоненного под углом около 43° к ее плоскости.

Подсистема галактической плоскости включает горячие звезды спектральных классов О-В, долгопериодические цефеиды (Сδ и СW), рассеянные звездные скопления и ассоциации, газо-пылевые туманности (тонкий диск), красные гиганты, долгопериодические и неправильные переменные звезды, белые карлики, новые, пульсары, черные дыры и планетарные туманности (толстый диск). Сферическая подсистема (гало) – это красные карлики и субкарлики, RR-лириды и сверхдолгопериодические цефеиды, шаровые скопления.

И хотя еще в 60-е годы прошлого века теоретики пришли к мысли, что Галактика сформировалась на раннем этапе космической истории около 13 млрд лет назад и с того времени не претерпела существенных изменений, новые данные говорят о том, что формирование Галактики продолжается. В последнее время все больше есть подтверждений тому, что в нашей Галактике содержатся объекты, захваченные и захватываемые Галактикой, движущейся и гравитационно взаимодействующей с объектами в межгалактической среде.

Кинематические, и спектральные исследования звезд шаровых скоплений в нашей Галактике, потока, связывающего нашу Галактику и Магеллановы облака, свидетельствуют: высокоскоростные облака – огромные сгустки водорода с массами до 10 млн. масс Солнца и поперечниками порядка 10 тыс. световых лет, с большой скоростью проносятся сквозь внешние области Галактики. Их скорости превышают орбитальное движение до 400 км/с. Высокоскоростные облака были открыты Гвидо Мюнхом 60 лет назад, а Лайман Спитцер предположил, что эти сгустки удерживает от расширения давление горячей газовой короны, но данные последних 5 лет показали: некоторые из этих облаков падают на Галактику.

Оказалось, что Галактика «дышит», выталкивая газ, и втягивая 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 издалека. 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 больше внимания обратим на рассеянные звездные скопления. С детства нам знакомы самые яркие из них, такие как Плеяды и Гиады. В отличие от шаровых скоплений, они содержат меньшее количество звезд, от нескольких десятков до нескольких тысяч, имеют больший диапазон возрастов и концентрируются к плоскости Галактики.

Рассеянные звездные скопления состоят из относительно плотного ядра и более разреженной короны. Средний (типичный) диаметр скопления 5 – 30 парсек, масса порядка 10^3 масс Солнца. От случайных сгущений звезд на небе скопления выделяют по общему движению в гравитационном поле Галактики. Располагаются рассеянные скопления в диске Галактики, не далее 100 – 300 пк от галактической плоскости, и наблюдаются в полосе Млечного Пути или около нее.

Звездные скопления и более молодые образования, ассоциации, – это совокупность звезд, объединенных общим происхождением. Они продолжают рождаться в настоящее время в холодных газопылевых облаках. Массы рассеянных скоплений невелики, и их гравитационное поле не в состоянии долго противодействовать разрушению скоплений. Возраст рассеянных скоплений колеблется от нескольких млрд. лет до 1 млн. лет, ассоциации еще моложе. Самые молодые рассеянные скопления возрастом 1-10 млн. лет еще погружены в родительское газовое облако. Скопление Плеяды относится к сравнительно молодым скоплениям (рис. 2), его возраст около 100 млн. лет, и на фотографиях, полученных космическим телескопом «Хаббл», можно заметить газовые оболочки вокруг звезд, которые еще не рассеялись со времени образования звезд скопления.

Звездные скопления населяют голубые и красные сверхгиганты, гиганты, двойные, переменные (цефеиды, вспыхивающие и другие) и пекулярные звезды. При этом, в силу общности происхождения, металличность (содержание металлов) звезд скопления достаточно однородна и не более, чем в 5 раз отличается от солнечной металличности.

Рассеянные звездные скопления являются важным инструментом в исследовании Галактики и физики звезд. По рассеянным скоплениям установлен градиент металличности в Галактическом диске: металличность скоплений уменьшается с увеличением от центра Галактики и от ее плоскости.

Разброс возрастов скоплений, определяемых по Точке Поворота на диаграмме Герцшпрунга – Рессела (Г-Р), представляющей собой зависимость светимости звезд от их температуры, определяет различие диаграмм для различных скоплений (рис. 3) и является великолепным тестом теорий эволюции звезд.

Именно, указание на генетическую связь между красными гигантами и звездами-карликами, находящимися на Главной Последовательности, было получено из анализа диаграммы Г-Р и дало толчок для развития теории внутреннего строения.

Возможность надежно определять расстояния до рассеянных скоплений, их возраст, химический состав и другие параметры позволяет решать широкий класс задач не только изучения структуры и эволюции Галактики, но и построения шкал спектральных и фотометрических калибровок. Очень важную роль играют рас-



Рис. 2. Скопление Плеяд и названия входящих в него звезд

сеянные скопления в построении современной шкалы расстояний до космических объектов: базой этой шкалы является шкала расстояний, калиброванная по расстоянию до рассеянных звездных скоплений.

Первый каталог космических объектов, включающий рассеянные скопления, «Каталог туманностей и звездных скоплений», был опубликован в 1771 году Шарлем Мессье. Он включал всего 103 объекта, кроме рассеянных скоплений, он включал шаровые скопления, планетарные туманности и галактики. В настоящее время рассеянных скоплений известно чуть более 1500, но предполагается, что в Галактике их около 20000.

Любителям астрономии. Плеяды (M45) – самое легкое для поиска на звездном небе скопление – оно представляет собой небольшой ковшик и находится в созвездии Тельца. Невооруженным глазом мы можем увидеть в Плеядах 5-7 звезд. В бинокль уже около 50, а всего в скоплении более 300 звезд. Название скопления произошло от греческого слова «плейас», что означает множество. Оно известно также под названием «Семь сестер», а у нас его называют Стожарами. Семь звезд скопления носят имена семи дочерей мифического царя Атласа – Альциона, Тайгета, Меропа, Целена, Электра, Астеропа и Майя. Это скопление в древние времена служило отсчетом начала года. Год начинался с утреннего восхода Плеяд весной, перед восходом Солнца, а зима считалась с того времени, когда Плеяды восходили по вечерам осенью.

Скопление Гиад находится также в созвездии Тельца, недалеко от самой яркой звезды созвездия – Альдебарана, которая не является членом скопления. По греческой мифологии Гиады – сводные сестры Плеяд, их имена – Клейя, Евдора, Фэо, Фэсила и Коронида. Это ближайшее к Солнцу скопление, оно находится на расстоянии 46 парсек, этим объясняется его большой видимый диаметр. Всего в скоплении около 2000 звезд.

Помимо скоплений Плеяд и Гиад, невооруженным глазом можно наблюдать, как туманное пятнышко, скопление Ясли (M44) в созвездии Рака. Для наблюдения других скоплений необходимо вооружиться биноклем или телескопом.

Чтобы различить мириады звезд, составляющих Млечный Путь, также достаточно бинокля или небольшого телескопа. Наибольшая концентрация звезд и максимальная ширина Млечного Пути наблюдаются в созвездиях Стрельца и Скорпиона; наименее населен звездами он на противоположной стороне неба – вблизи Пояса Ориона и звезды Капелла в созвездии Возничего. Точные астрономические наблюдения подтверждают первое визуальное впечатление: полоса Млечного Пути отмечает центральную плоскость гиган-

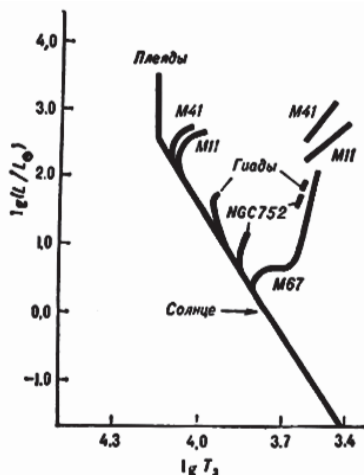


Рис. 3. Сводная диаграмма Герцшпрунга-Ресселя (зависимость светимости от эффективной температуры) для ряда рассеянных скоплений

тской дискообразной звездной системы – Галактики, которую часто называют «галактика Млечный Путь». Каждый, кто хочет понять строение нашей Галактики, должен найти время для наблюдения Млечного Пути – этого поистине замечательного и наиболее грандиозного из небесных явлений.

Основные параметры Галактики:

Диаметр диска	30 кпк
Толщина диска в его центральной части	3-4 кпк
Радиус сферической составляющей (внутреннее гало)	15 кпк
Расстояние от центра Галактики до Солнца	7.8 кпк
Количество звёзд в Галактике	Не менее 100 млрд.
Общая масса звёзд различных типов	6×10^{11} масс Солнца
Звездная плотность	
в ядре Галактики	12×10^6 звёзд на 1 пк^3
в околосолнечной области Галактики (на расстоянии 10 кпк от центра Галактики)	1 звезда на 8 пк^3
на расстоянии 15 кпк от центра Галактики	1 звезда на 1000 пк^3
Период обращения Солнца вокруг ядра Галактики	250 млн. лет
Скорость вращения Галактики:	
на расстоянии 1 кпк от центра	200 км/с
на расстоянии 2 кпк от центра	180 км/с
на расстоянии 10 кпк от центра	250 км/с
на расстоянии 30 кпк от центра	150 км/с
Скорость освобождения:	
для центра Галактики	700 км/с
для области Солнца	360 км/с
для края Галактики	240 км/с



Галактика M31 –
“копия” нашей
Галактики

МИР ЗА ПРЕДЕЛАМИ ГАЛАКТИКИ

Около ста лет назад было впервые доказано, что за пределами нашей Галактики существуют другие звездные системы. Наблюдения, выполненные на протяжении столетия, сформировали новую картину окружающего нас мира. Эта картина не прописана до деталей, более того, возможны сильные изменения в интерпретации наблюдаемых данных. То, что мы наблюдаем за пределами Галактики, можно разбить на несколько основных классов. Это галактики, скопления галактик, квазары, источники гамма-вспышек, микроволновой фон (реликтовое излучение).

Галактики – это звездные системы, подобные нашей Галактике, Млечному Пути. В ближайших галактиках доступны для наблюдений отдельные яркие звезды, системы шаровых звездных скоплений изучаются в галактиках, расстояния до которых превышают расстояние до ближайшего крупного скопления галактик в созвездии Девы. Вспышки сверхновых звезд, которые в максимуме блеска могут достигать блеска галактики, к которой они принадлежат, регистрируются почти на тех же расстояниях, что и галактики.

Невооруженному глазу доступны галактики Большое и Малое Магеллановы Облака на южном небе и Туманность Андромеды на северном. Сотни туманных объектов можно увидеть при помощи небольшого телескопа или сильного бинокля. Часть из них являются близкими галактиками. По внешнему виду галактики делятся на эллиптические (E), спиральные (S), и неправильные (I). Эллиптические галактики (E) имеют форму эллипса и обозначаются от E0 (круглый диск) до E7 в порядке увеличения их вытянутости. Спиральные галактики (S), к которым относится наша Галактика и туманность Андромеды (NGC224, M31), имеют ядро с расположенными вокруг него сравнительно яркими ветвями. Различают два типа спиралей: тип S – спиральные ветви выходят из центрального уплотнения и тип SB – спиральные ветви соединены перемычкой. В зависимости от размеров центрального ядра (перемычки) и открытости рукавов вводятся обозначения a, b или c. Галактики, у которых отсутствуют четкое центральное уплотнение, ветви и симметричная структура, относятся к типу неправильных галактик и обозначаются (I) или (Ir). В спиральных галактиках часто наблюдается темная пылевая материя, расположенная в плоскости галактики. В галактиках других типов поглощение света пылью наблюдается значительно реже. На рис. 1 показаны две спиральные галактики – обычная спиральная галактика M81, и спиральная галактика с перемычкой NGC1300.

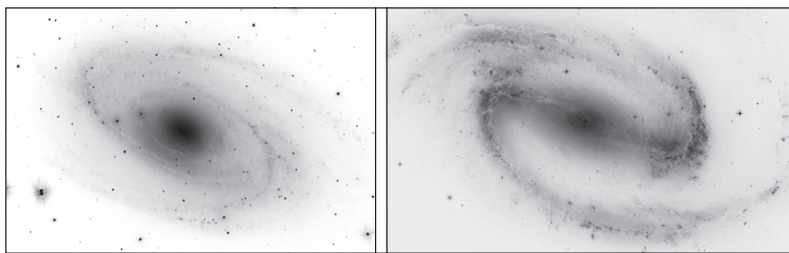


Рис. 1. Спиральная галактика M81 (слева) и спиральная галактика с перемычкой NGC1300

В первой таблице этого раздела приводятся данные о ярчайших галактиках северного неба. Обозначения, принятые в таблице: NGC – номер объекта по каталогу New General Catalogue, M – номер объекта по каталогу Мессье, Созв. – название созвездия, в котором находится объект, α_{2000} , δ_{2000} – экваториальные координаты, d – диаметр в минутах дуги, m – интегральная звездная величина, r – расстояние до галактики в миллионах световых лет.

ЯРКИЕ ГАЛАКТИКИ

NGC	M	Созв.	α (2000.0)	δ	d	m	Тип	r
205	110	And	00 ^h 40.4 ^m	+41° 41'	15'x8'	8.0	E5	2.4
224	31	And	00 42.7	+41 16	175x62	3.5	Sab	2.4
247		Cet	00 47.1	-20 46	19x5	8.9	Sab	8
598	33	Tri	01 33.9	+30 39	64x35	5.7	Sac	3.0
1068	77	Cet	02 42.7	-00 01	7	8.8	Sa	70
2403		Cam	07 36.9	+65 36	18x10	8.4	Sc	9.5
2903		Leo	09 32.2	+21 30	13x5	8.9	Sb	24
3031	81	UMa	09 55.6	+69 04	20x9	6.9	Sab	11
3034	82	UMa	09 55.8	+69 41	8x3	8.4	I0	11
3521		Leo	11 05.8	-00 02	7x4	8.9	Sbc	35
4258	106	CVn	12 19.0	+47 18	12x4	8.3	Sab	35
4472	49	Vir	12 29.8	+08 00	2	8.4	E2/S0	56
4486	87	Vir	12 30.8	+12 24	6	8.6	E0pec	56
4594	104	Vir	12 40.0	-11 37	8x5	8.3	Sa	17
4649	60	Vir	12 43.7	+11 33	2.5	8.8	E2	56
4736	94	CVn	12 50.9	+41 07	14x13	8.2	Sa	23
4826	64	Com	12 56.7	+21 41	10x4	8.5	Sa	25
5055	63	CVn	13 15.8	+42 02	13x8	8.6	Sbc	40
5194	81	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 центральных областях многих близких галактик обнаружены компактные сверхмассивные объекты. Масса объекта, находящегося в центре нашей Галактики, превышает два миллиона масс Солнца. Радиус массивного объекта в центре Галактики не превышает нескольких десятков радиусов черной дыры соответствующей массы.

Хаббл и Хьюмасын в 1931 году обнаружили, что, чем дальше находится галактика, тем больше смещён в красную сторону её спектр. Для небольших расстояний эта зависимость линейна, с коэффициентом пропорциональности около 70 км/сек на мегапарсек (один мегапарсек равен 3,26 миллиона световых лет). Этот эффект позволяет оценить расстояние до любого объекта, для которого можно получить распределение энергии в его спектре. Физическая причина красного смещения до сих пор вызывает споры. Общепринятым объяснением является эффект Доплера – смещение линий в спектре вследствие движения источника света. Однако не исключено, что гравитационное красное смещение также может быть причиной наблюдаемого эффекта. Обсуждаются и другие гипотезы. Независимо от физической природы красного смещения, оно является мерой расстояния до внегалактических объектов.

В настоящее время определены расстояния до нескольких миллионов вне-галактических объектов, что позволило сделать качественный скачок в исследовании структуры Вселенной. Обнаружены карликовые галактики новых типов, находящиеся сравнительно недалеко, галактики на предельно больших расстояниях, скопления и сверхскопления галактик, состоящие из тысяч членов. Найдены пустоты размером до ста миллионов световых лет, в которых галактики практически не встречаются. Фрактальность Вселенной, то есть иерархия вложенных друг в друга структур, наблюдается до расстояний около двух миллиардов световых лет, что соответствует красному смещению $z=0,15$.

Во второй таблице раздела приводятся данные о некоторых скоплениях галактик. Помимо созвездия, в котором находится скопление, и координат, в таблице даны угловой диаметр d скопления в градусах и расстояние r до него в миллионах световых лет.

НЕКОТОРЫЕ СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК

Созвездие	α (2000.0)	δ	d	r
Персей	03 ^h 19 ^m	+41° 30'	4°	320
Рак	08 20	+21 04	3	260
Дева	12 32	+12 23	12	56
Гончие Псы	12 50	+21 27	19	28
Волосы Вероники	12 59	+27 58	4	370
Сев. Корона	15 22	+27 43	0.5	620
Геркулес	16 05	+17 47	0.1	570

В начале 60-х годов прошлого века были открыты квазизвездные источники — квазары. В то время не было известно галактик с красными смещениями линий в спектре, существенно отличающимися от нуля, поэтому первоначальная расшифровка спектров звездобразных источников, внешне ничем не отличающихся от обычных звезд, в спектрах которых длины волн спектральных линий увеличены в несколько раз относительно лабораторной системы отсчета, вызвала определенные трудности. Таких больших красных смещений никто не ожидал обнаружить. Сейчас самые далекие из открытых квазаров имеют красные смещения, превосходящие 6.5, а это означает, что длины волн спектральных линий в спектрах этих объектов увеличены в 6.5 раз. К настоящему времени известны десятки тысяч квазаров. Большая часть известных объектов имеет красные смещения от одного до трех. На больших красных смещениях количество наблюдаемых квазаров постепенно уменьшается.

Существует несколько гипотез о природе этих объектов, которые по размерам не превосходят нескольких десятых долей светового года, а по светимости равны светимостям гигантских галактик (в случае, если их красное смещение является космологическим, то есть обусловленным нахождением объекта на большом расстоянии). Ни одна из этих гипотез не может дать полного объяснения всех наблюдаемых особенностей квазаров. Возможно, что существует несколько типов объектов различной природы, внешние проявления которых не

сильно отличаются. Одна из гипотез предполагает, что квазары являются обычными галактиками, находящимися на активных стадиях эволюции, во время которых светимость центральной части галактики резко повышается.

Обнаружена концентрация части квазаров вокруг галактик, которые обычно имеют меньшие красные смещения. Эту часть квазаров можно объяснить усилением блеска удаленных ядер обычных галактик, происходящим вследствие искривления лучей света в гравитационном поле объектов, лежащих на луче зрения – например в гравитационном поле шаровых звездных скоплений, которые находятся в гало более близких галактик.

До сих пор существуют сомнения в том, что большие красные смещения квазаров обусловлены только расстояниями до этих объектов. Возможно, часть квазаров является относительно близкими объектами, которые были со значительными скоростями выброшены из ядер активных галактик. В таком случае существенный вклад в красное смещение квазара должен вносить доплеровский сдвиг спектральных линий, причиной которого является движение квазара относительно выбросившей его галактики.

Самыми интригующими на сегодняшний день внегалактическими объектами являются источники гамма-вспышек. Первые такие вспышки были обнаружены в 1968 году военными искусственными спутниками серии VELA,

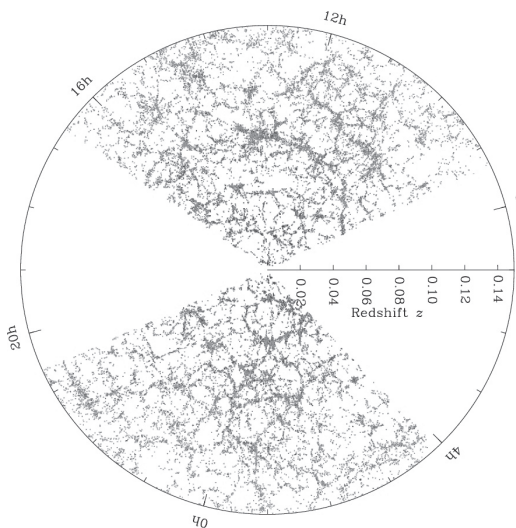


Рис. 2. Одно из сечений трехмерной карты распределения галактик в пространстве, согласно данным обзора SLOAN. Каждая точка представляет собой галактику или группу галактик. Наша Галактика – в центре. Радиус окружности соответствует расстоянию около двух миллиардов световых лет. На карте видны сгущения и пустоты, образующие фрактальные структуры в распределении галактик.

предназначенными для регистрации ядерных взрывов, одним их следствий которых являются кратковременные вспышки гамма-излучения. На протяжении нескольких десятилетий не удавалось установить, каким физическим явлением обусловлены космические гамма-вспышки. Продолжительность вспышек варьирует от долей секунды до нескольких минут. Для регистрации следов вспышек в оптическом диапазоне были созданы автоматизированные системы, включающие в себя оптический телескоп, способный за несколько секунд наводиться в за-

данную точку неба. В результате, в 1997 году было обнаружено послесвечение в оптическом диапазоне. Измерение красного смещения линий в оптическом диапазоне позволило доказать, что источники гамма-вспышек являются далекими внегалактическими объектами. Точные координаты известны только для тысячи вспышек, для 230 из них определены красные смещения. Наибольшее из зарегистрированных красных смещений равно 8.2 для вспышки 23 апреля 2009 года, что является максимальным измеренным красным смещением для любых типов внегалактических объектов – источник этой гамма-вспышки является на сегодняшний день самым далеким объектом во Вселенной, для которого измерено красное смещение.

Гамма-вспышки, длительностью более десяти секунд, отождествлены со вспышками сверхновых звезд. Вспышки меньшей продолжительности являются, скорее всего, взрывами, происходящими при слиянии компактных объектов, в первую очередь нейтронных звезд. Такие события в рядовой галактике происходят очень редко, но благодаря тому, что мы можем регистрировать вспышки во всей наблюдаемой Вселенной, к настоящему времени зарегистрировано более десяти тысяч этих событий.

Как было отмечено выше, фрактальность в распределении галактик наблюдается до красных смещений около $z=0,15$. В начале 2010 года Райковым и Орловым (Пулковская обсерватория) был проведен анализ пространственного распределения двухсот гамма-вспышек с известными красными смещениями, который показал, что фрактальность прослеживается до красного смещения $z=3$. Вторым результатом этого исследования было обнаружение тесной группы, состоящей из четырех гамма-вспышек, сосредоточенных на площади около 75 квадратных градусов, и в интервале красных смещений от $z=0.8$ до $z=0.96$. После января 2010 года удалось определить красные смещения еще для 13 вспышек. Координаты и красное смещение одной из них – вспышки

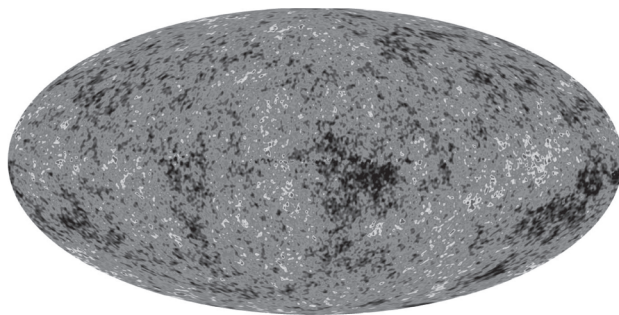


Рис. 3. Карта неоднородностей микроволнового излучения. Получена спутником WMAP по данным 2008 года. Темные области соответствуют участкам неба, от которых регистрируется излучение, имеющее меньшую температуру.

16 августа 2010 года, совпали с положением упомянутой группы из четырех вспышек. Вероятность случайного попадания четырех вспышек из двухсот в малый объем пространства очень мала. Попадание в этот же объем одной из тринадцати вспышек 2010 года позволяет утверждать, что в этой области пространства находится один из узлов фрактальной структуры. Отметим, что существование фрактальной структуры на расстояниях, соответствующим красному смещению три, означает что в половине объема наблюдаемой Вселенной распределение вещества неоднородно.

Самым далеким источником излучения является излучение микроволнового фона. Существование этого излучения было предсказано в середине XX века на основании различных космологических теорий. Оно обнаружено в начале 60-х годов и было воспринято, как одно из доказательств теории Большого Взрыва, которая предполагает, что красное смещение объясняется эффектом Доплера, и возраст Вселенной не превышает 15-20 миллиардов лет. Микроволновое излучение наблюдается в миллиметровом диапазоне, распределение энергии этого излучения соответствует чернотельному излучению с температурой 2.7 К. Вариации интенсивности в разных направлениях не превышают сотых долей процента. Наблюдения микроволнового фона проводятся на искусственных спутниках WMAP и PLANCK и могут подтвердить либо опровергнуть стандартную космологическую модель Большого Взрыва.

Отметим, что теоретическая интерпретация микроволнового излучения пока неоднозначна. Его с равным успехом можно объяснить в нескольких космологических моделях. Плотность энергии этого излучения равна плотности энергии, которую можно получить при образовании гелия из водорода в недрах звезд. Это было замечено в середине 60-х годов Фаулером, и послужило основой для создания одной из альтернативных космологических моделей. Возраст Вселенной в этой модели не менее, чем на один порядок превышает значение 13.5 миллиарда лет, принимаемое сейчас как стандартное значение. Существуют и другие интерпретации. Наблюдаемые неоднородности микроволнового фона очень малы, но их объяснение и предсказываемые наблюдательные эффекты существенно различаются в различных космологических моделях. Можно ожидать, что в ближайшие несколько лет новые наблюдательные данные позволят выбрать одну из моделей.

Наблюдения микроволнового фона – это наблюдения наиболее далеких объектов во Вселенной. Приходит это излучение от областей горячей Вселенной, в которой еще не сформировались галактики, или оно формируется наложением изображений далеких галактик, в случае, если справедлива одна из альтернативных космологических моделей?

Существуют ли галактики далеко за пределами наблюдаемой Вселенной? Ответ на этот вопрос может быть дан в ближайшие несколько лет.

КОСМОЛОГИЯ СЕГОДНЯ: ОТКРЫТИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

А.М. Черепашук, А.Д. Чернин

Космология – наука о всей Вселенной. При этом Вселенная рассматривается как некое единое целое, как физическая система со своими особыми свойствами, которые не сводятся к сумме свойств населяющих ее астрономических тел и физических полей. Размеры наблюдаемой Вселенной достигают приблизительно десяти миллиардов световых лет. Это самый большой по пространственному масштабу объект науки. К тому же он существует в единственном экземпляре. В этом отношении космология, очевидно, сильно отличается от других естественно-научных дисциплин. Но как и во всех этих дисциплинах, главное в космологии – надежно установленные факты, достоверные сведения о реальных объектах, процессах и явлениях.

Космологическое расширение

Современная космология берет начало в первые десятилетия XX века. В 1915-17 годах американский астроном Весто Слайфер обнаружил, что галактики (которые тогда называли туманностями) не стоят на месте, а движутся в пространстве, причем большинство из них удаляются от нас. Этот вывод вытекал из наблюдаемых спектров галактик, и их движение обнаруживало себя в сдвиге спектральных линий света к красному концу спектра. Такого рода "красное смещение" имеет, как впоследствии оказалось, всеобщий характер: оно наблюдается у всех галактик во Вселенной. Исключение составляют только самые близкие к нам звездные системы – например, знаменитая туманность Андромеды и другие (менее крупные) галактики, находящиеся от нас на расстояниях, не превышающих примерно 1 мегапарсек (Мпк). (Астрономы чаще всего используют парсек в качестве удобной единицы длины; один мегапарсек – это миллион парсек, а один парсек почти точно равен трем световым годам.) Если расстояния больше, чем 1 Мпк, то все находящиеся там галактики, по словам Слайфера, "разбегаются в пространстве".

В 1929 году другой американский исследователь, Эдвин Хаббл, которого нередко называют величайшим астрономом-наблюдателем XX века, обнаружил, что движение разбегающихся галактик следует простому закону: скорость V удаления от нас данной галактики пропорциональна расстоянию R до нее: $V = H \cdot R$. Это соотношение между скоростью и расстоянием называют сейчас законом Хаббла, а коэффициент пропорциональности H – постоянной Хаббла. По современным наблюдательным данным значение постоянной Хаббла лежит в пределах от 60 до 75 км в секунду на мегапарсек.

Удаление галактик по закону Хаббла наблюдают сейчас вплоть до расстояний в нескольких тысяч Мпк. Если галактика находится от нас на расстоянии, скажем, в одну тысячу Мпк, то она движется прочь от нас со скоростью 60-75 тысяч километров в секунду. Это огромная скорость, которая всего только в 5 раз или даже в 4 раза уступает скорости света. Всеобщее разбегание галактик – самый грандиозный феномен природы.

Открытия Слайфера и Хаббла, а затем и дальнейшие исследования многих других астрономов, их последователей, заложили наблюдательную основу, на которой строится и развивается вся современная космология. Мы знаем теперь, что живем в огромном мире, который к тому же еще и расширяется со временем. Это расширение началось около четырнадцати миллиардов лет назад; этот огромный промежуток времени называют возрастом мира. А событие, которое породило космологическое расширение, называют Большим Взрывом.

Какова физическая природа Большого Взрыва? Откуда взялись у галактик огромные скорости разбегания? Что заставило их столь стремительно удаляться друг от друга? На эти вопросы не смогли ответить ни основатели космологии, ни великие физики, начиная с Эйнштейна. Нет ответа на них и у космологов наших дней. Возможно, это самая трудная и самая неподдающаяся разрешению загадка из всех, когда-либо возникавших в естественных науках.

Однако сама возможность расширения мира была предсказана петербургским математиком Александром Александровичем Фридманом, признанным классиком мировой науки. Пользуясь теорией Эйнштейна, Фридман разработал в 1922-24 годах физико-математическую модель мира, который находится в состоянии общего расширения. Прямым следствием этой модели является закон прямой пропорциональности скорости и расстояния, который и был открыт в наблюдениях Хаббла. Космологическая модель Фридмана – теоретическая база современной космологии. Эта модель – в комбинации с данными астрономических наблюдений – хорошо описывает динамику космологического расширения. Конечно, не с "самого начала", о котором ничего не известно. Но замечательно, что теория Фридмана справедлива сразу же после первой секунды, считая от начала космологического расширения. Кроме этой первой секунды, вся дальнейшая история космологического расширения нам известна; более того, эта теория говорит нам и о будущем Вселенной: она предсказывает, что космологическое расширение будет продолжаться неограниченно долго.

Темная материя

В 1932 году швейцарско-американский астроном Фриц Цвикки заметил, что кроме светящегося вещества галактик во Вселенной должны иметься еще и невидимые "скрытые" массы, которые проявляют себя только своим тяготением. Он изучал скопление галактик в созвездии Волосы Вероники – крупное образование, содержащее тысячи звездных систем, подобных Туманности Андромеды или нашей Галактике. Галактики движутся в этом скоплении со скоростями, достигающими тысячи километров в секунду. Чтобы удержать их в объеме скопления, требуется тяготение, которое не способны создать одни только видимые, светящиеся массы самих галактик. Для этого необходимо более сильное тяготение, и согласно подсчетам Цвикки тут требуются дополнительные массы, которые примерно в 10 раз больше суммарной видимой массы самих галактик скопления.

Позднее, в 1970-е годы усилиями астрономов СССР и США было обнаружено, что скрытые массы должны присутствовать не только в скоплениях га-

лактик, но и в изолированных крупных галактиках. Ян Эльмарович Эйнасто, Вера Рубин, Джеремая Острайкер, Джим Пиблс и их коллеги выяснили, что скрытые массы образуют невидимые гало галактик. Эти гало имеют почти сферическую форму, и их радиусы в 5-10 раз превышают размеры самих звездных систем. Такая крупная галактика, как, скажем, Туманность Андромеды или наша Галактика, состоит из звездной системы, погруженной в распределение невидимой массы, которое простирается на расстояния до сотни килопарсек (кпк) от центра галактики. Эти темные гало – как и дополнительные массы у Цвикки – проявляют себя только своим тяготением. Невидимое вещество, наполняющее гало галактик и скоплений, принято сейчас называть темной материей.

Обычное вещество, из которого состоит наша планета Земля (и все, что на ней, включая и нас самих), Солнце, другие звезды, складывается всего из трех сортов элементарных частиц: это протоны, нейтроны и электроны. А темная материя, которой во Вселенной гораздо больше, имеет совсем другой состав; это не протоны, не нейтроны, не электроны, а... неизвестно что.

В существующей теории элементарных частиц известно множество различных частиц как похожих, так и совсем не похожих на протоны, нейтроны и электроны. Но среди них определенно нет частиц, которые бы подходили на роль носителей темной материи. Есть надежда, что нужные по свойствам новые частицы будут обнаружены на Большом Адронном Коллайдере, который уже почти готов к проведению новых, небывалых до сих пор физических экспериментов (заметим в скобках, что эти надежды разделяют, правда, не все физики). Тем временем в нескольких крупных лабораториях мира, в том числе и в России, строятся специальные установки для детектирования частиц темной материи, приходящих на Землю из гало нашей Галактики. Не исключено, что вопрос о физической природе темной материи будет решен уже в недалеком будущем. Во всяком случае эта загадка не кажется такой безнадежной, как природа космологического расширения.

Реликтовое излучение

В 1965 году американские радиоастрономы Арно Пензиас и Роберт Вилсон обнаружили, что вся Вселенная пронизана электромагнитным излучением, приходящим к нам изотропно, то есть равномерно из всех направлений. Если говорить об этом излучении на языке квантов, то можно сказать, что в мире имеется газ фотонов, квантов электромагнитного излучения, которые равномерно заполняют все пространство мира. Температура этого газа точно измерена: $T=2.725 \pm 0.003$ градусов Кельвина. Как мы видим, это очень низкая температура, она не выше трех градусов, считая от абсолютного нуля температуры.

Таких космических фотонов очень много во Вселенной, их почти в десять миллиардов раз больше, чем протонов, если считать по числу частиц. В каждом кубическом сантиметре пространства содержится примерно 500 реликтовых фотонов. И это не только где-то далеко в глубинах Вселенной, но и буквально рядом с нами и вокруг нас.

Изотропное космическое излучение – это реликт, то есть остаток, того состояния, в котором Вселенная находилась в очень далеком прошлом, в первые минуты своего расширения. В те времена в ней не было ни звезд, ни галактик, а все вещество было более или менее равномерно распределено в пространстве. Это можно себе представить, если мысленно обратить ход времени: глядя назад по времени, мы увидим, что галактики не разбегаются, а сближаются между собой. И в определенный момент они должны перемешаться, так что их вещество окажется газом приблизительно однородной плотности. Этот газ должен быть довольно плотным и к тому же очень горячим. В горячей газе должны иметься фотоны, находящиеся с газом в термодинамическом равновесии. При дальнейшем расширении Вселенной фотоны не исчезают и должны сохраниться и до современной эпохи.

Так рассуждал еще в 1940-е годы Георгий Антонович Гамов, одессит по рождению, некогда студент профессора Фридмана в Петербурге (тогда Ленинграде). Он построил теорию "горячей Вселенной", которую называют еще теорией Большого Взрыва. На ее основе Гамов смог предсказать существование этого остаточного излучения и правильно оценил его температуру.

Космологам, однако, не удается понять, почему реликтовых фотонов так много – в миллиарды раз по числу частиц – по сравнению с протонами. Впрочем, правильнее было бы сказать, что это вопрос не о фотонах, а скорее о протонах: почему их именно столько, сколько известно из наблюдений? Ответа пока нет. С этой проблемой не удалось справиться даже А.Д. Сахарову, который считал ее одной из самых принципиальных как в космологии, так и во всей фундаментальной физике. Как ожидают В.А. Рубаков и некоторые другие физики-теоретики, в этом трудном вопросе способны что-то подсказать будущие эксперименты на уже упомянутом Большом Адронном Коллайдере.

В наши дни наблюдения реликтового излучения служат астрономам для изучения крупномасштабных свойств Вселенной. Самый яркий результат, достигнутый на этом пути в последние несколько лет, касается геометрии трехмерного пространства, в котором происходит разбегание галактик. Космологи десятилетиями, считая от Фридмана, стремились выяснить тип геометрии реального пространства. Оказалось, что это обычная школьная евклидова геометрия. Выходит, наш мир устроен не слишком сложно; по крайней мере его пространственная геометрия самая простая из возможных.

Темная энергия

В 1998-99 годах две международные группы наблюдателей, одной из которых руководили Брайан Смит и Адам Райсс, а другой Сол Перлматтер, установили, что наблюдаемое космологическое расширение происходит с ускорением: скорости удаления галактик возрастают со временем. Открытие сделано с помощью изучения далеких вспышек сверхновых звезд определенного типа (Ia), которые замечательны тем, что могут служить "стандартными свечами", то есть источниками с известной собственной светимо-

стью; на это их свойство обратил внимание еще много лет назад астроном ГАИШ профессор Ю.П.Псковский. Из-за их исключительной яркости сверхновые можно наблюдать на очень больших, истинно космологических расстояниях, составляющих тысячи мегапарсек от нас.

Вещество (считая и с темной материей) не способно ускорять галактики, а лишь тормозит их разлет: взаимное притяжение галактик стремится сблизить их друг с другом. Поэтому открытый астрономами факт ускоренного расширения указывает на то, что наряду с обычным веществом, создающим тяготение, во Вселенной присутствует и неизвестная ранее ни по астрономическим наблюдениям, ни по физическим экспериментам особая космическая масса или энергия, которая создает не тяготение, а антитяготение – всеобщее отталкивание тел природы. При этом в космологическом масштабе антитяготение сильнее тяготения. Новая энергия получила название "темной энергии". Темная энергия действительно невидима – она не излучает, не рассеивает и не поглощает света (и всех вообще электромагнитных волн); она проявляет себя только своим антитяготением.

По совокупности различных наблюдений (включая и наблюдения реликтового излучения) к настоящему времени установлена доля каждого космического компонента в общем энергетическом балансе современной Вселенной. На долю темной энергии приходится примерно 70% всей энергии мира; на долю темной материи – 25%, на долю обычного вещества (протонов, нейтронов, электронов) – около 5%; на долю реликтового излучения – меньше десятой доли процента. Таков рецепт "энергетической смеси", заполняющей современную Вселенную. В ней, как мы видим, много "темного" – до 95%.

Удивительно и достойно восхищения научное предвидение Эйнштейна: еще в 1917 году он говорил об всеобщем космическом отталкивании как о возможном физическом феномене космологического масштаба. У Эйнштейна антитяготение описывается всего одной постоянной величиной, которую называют космологической постоянной. Весь комплекс имеющихся сейчас наблюдательных данных о темной энергии прекрасно согласуется с таким описанием.

Эйнштейн не оставил нам физической интерпретации космологической постоянной. Согласно предложению Э.Б.Глинера, высказанному еще в 1965 году, космологическую постоянную можно рассматривать как физическую характеристику особой среды, идеально равномерно заполняющей все пространство Вселенной. Плотность этой среды не только однородна, но и не зависит от времени, она одна и та же всюду, всегда и притом во всех системах отсчета. Из этого представления вытекают особые макроскопические свойства темной энергии. Так, оказывается, что у темной энергии имеется давление, причем оно отрицательно по знаку, а по абсолютной величине равно плотности энергии (напомним, что плотность энергии и давление имеют одну и ту же размерность). Как оказывается, именно из-за своего отрицательного давления темная энергия и создает антитяготение – это специфический эффект общей теории относительности.

Но каковы не макроскопические, а микроскопические свойства темной энергии? Из чего она состоит? В конце 1960-х годов, задолго до открытия темной энергии, Я.Б.Зельдович обсуждал возможную связь между космологической постоянной и квантовым вакуумом элементарных частиц и физических полей. Этот физический вакуум – не абсолютная пустота, он имеет свою отличную от нуля энергию. Ее носителями служат так называемые нулевые колебания квантовых полей, всегда существующие в пространстве даже и в отсутствие в нем каких-либо частиц. Если этот квантовый вакуум рассматривать макроскопически как некую среду, то ему следует приписать не только плотность энергии, но также и давление. При этом связь между его давлением и плотностью должна быть в точности той же самой, что и у темной энергии, описываемой эйнштейновской космологической постоянной. Так не тождественна ли темная энергия физическому вакууму?

Было бы замечательно, если бы удалось доказать, что это действительно так: объединение кажущихся разными сущностей – плодотворнейший путь развития науки о природе. Это известно еще со времен Максвелла, объединившего электричество и магнетизм. Но до сих пор идею Зельдовича не удается ни доказать, ни опровергнуть.

Физическая природа и микроскопическая структура темной энергии стала сейчас центральной проблемой космологии и всей фундаментальной физики. Похоже, она столь же сложна, как и проблема происхождения космологического расширения.

Не исключено, что обе эти проблемы как-то связаны между собой на глубинном уровне. Не способно ли, например, антигравитационное темной энергии обеспечить первоначальный разгон для космологического расширения? Такой вопрос был поставлен Глинером еще сорок лет назад. Если да, то при возрасте мира, составляющем ничтожные доли секунды, первоначальная плотность темной энергии должна была бы быть на множество порядков величины (примерно на сто двадцать степеней десятки!) выше ее современного измеренного наблюдателями значения. Разработкой этой привлекательной идеи занимались и занимаются сейчас многие космологи-теоретики; их цель – превратить ее в последовательную теорию, допускающую прямую наблюдательную проверку.

Космология богата замечательными, часто неожиданными открытиями, и их череда не прекращается. Каждое новое открытие раздвигает горизонты знаний о большом мире, в котором мы живем. Но с новыми открытиями возникают и новые загадки, одна важнее другой. Почему разбегаются галактики? Из каких частиц складывается темная материя? Как возник наблюдаемый энергетический состав Вселенной? Что такое темная энергия? Таковы исключительно трудные, но и самые увлекательные проблемы новой космологии начала XXI века.

СТРУКТУРЫ ВСЕЛЕННОЙ

В.И. Жданов, Ю.Н. Кудря

Пространственные и временные масштабы

В этом очерке мы обсуждаем внегалактические образования – от Местного объема (порядка 10 Мпк в окрестности нашей Галактики) до космологических масштабов более нескольких сотен мегапарсек (Мпк), где распределение материи можно считать достаточно однородным. В этих пределах можно говорить о группах, скоплениях и сверхскоплениях галактик, об их комплексах, которые образуют ячеистую крупномасштабную “паутину” Вселенной. Здесь имеется много интересного: оказывается, что в океане галактик текут свои течения, есть острова и даже “стены”. Интересен и эволюционный аспект: ведь Вселенная не всегда была такой, как мы видим ее сейчас. Правда, свет от далеких галактик идет к нам сотни миллионов лет, то есть на самом деле мы видим эти галактики в далеком прошлом. Было бы неплохо посмотреть на современный вид галактик на расстоянии ста мегапарсек; с другой стороны, именно благодаря запаздыванию при распространении света мы имеем в своем распоряжении уникальную машину времени, позволяющую заглянуть в прошлое Вселенной.

Таблица 1

МАСШТАБЫ СТРУКТУР ВСЕЛЕННОЙ	
группы галактик	до 3Мпк
скопления галактик	5÷10 Мпк
сверхскопления галактик	~50÷100 Мпк
пустоты (войды)	до 100 Мпк
наибольшие элементы крупномасштабной структуры, “стены”, “листы”	до 300 Мпк

При обсуждении пространственных масштабов отметим, что использование расстояний в космологии не всегда удобно. Более адекватной величиной, которая характеризует, как далеко объект находится от нас, является его космологическое красное смещение z . Когда z сравнимо с единицей, нужно договариваться, какой тип расстояния используется для анализа наблюдений, так как расстояния разных типов не совпадают и могут сильно отличаться. Например, фотометрическое расстояние в $(1+z)^2$ раз больше расстояния по угловому диаметру. Чем больше z , тем “моложе” объект, тем более раннюю эпоху он представляет и тем дальше он находится.

Говоря о первых мгновениях эволюции Вселенной, космологи, вслед за Яковом Борисовичем Зельдовичем, любят цитировать знаменитого юмориста Аркадия Аверченко¹: “История мидян темна и непонятна. Ученые делят ее, тем не менее, на три периода...”. Я.Б. Зельдович приводил эту фразу, обсуждая спонтанное рождение Вселенной, когда, по-видимому, теряет смысл сама возможность пространственно-временного описания. Что касается истории возникновения наблюдаемой структуры Вселенной, то здесь ситуация значительно лучше. Хотя эта история временами и “темна” (здесь также есть свои “темные века”,

¹ Возможно, что в основе фразы лежит цитата из учебника Д.И.Иловайского (XIX в.) по древней истории

“темная материя” и “темная энергия”), но достаточно понятна, чтобы выяснить основные движущие силы на качественном, а иногда и на количественном уровне.

Хронологию возникновения структуры можно вести с момента рекомбинации, после того, как образовались атомы барионного вещества (в основном, водород и гелий, примерно в соотношении три к одному). Образовался нейтральный газ, прозрачный для излучения. Если до рекомбинации вещество и излучение существовали в виде плазмы, образуя термодинамически равновесную смесь с общей температурой, то после рекомбинации происходит “отрыв” излучения. Последнее, по выражению Георгия Антоновича Гамова, несет к нам остатки первичного тепла. Это – наблюдаемое реликтовое излучение (РИ), “микроволновой фон”; оно имеет равновесный спектр, соответствующий излучению черного тела с определенной температурой. Температура РИ во всех направлениях приблизительно одинакова; лишь в конце прошлого века удалось измерить ее вариации. Благодаря РИ мы “видим” плазму, такой, какой она была в момент рекомбинации. Мы не останавливаемся на свойствах РИ, так как в настоящем выпуске этой проблеме посвящен отдельный очерк. Отметим только, что величина наблюдаемой неоднородности, или, как говорят, анизотропии² РИ, очень мала. Порядок относительных вариаций температуры РИ составляет 10^{-5} .

При такой малой начальной величине, если бы она соответствовала неоднородности всей материи на момент рекомбинации, галактики не успели бы образоваться до наших дней, и мы не смогли бы обсуждать величественную картину Вселенной! Ведь именно неоднородность распределения материи инициировала, благодаря гравитационной неустойчивости, развитие всего многообразия окружающего нас мира. Дело спасает небарионная темная материя (ТМ), которую мы не видим, но ее неоднородность на момент рекомбинации была значительно больше, чем у барионной материи. Удивительно, что, таким образом, жизнь на Земле обязана существованию ТМ, хотя этот вид материи крайне слабо взаимодействует с обычным веществом и эффекты ТМ можно наблюдать лишь благодаря гравитации. Однако ТМ не излучает³, ее вклад в РИ прямо не виден и может проявляться лишь косвенным путем.

Напомним, что совокупность космологических данных (измерения анизотропии реликтового излучения, наблюдения сверхновых типа Ia, распространенность химических элементов, исследования крупномасштабной структуры) устанавливает ограничение на плотность барионной материи – около 5% от полной средней плотности Вселенной, причем светящаяся материя в звездах составляет лишь небольшую часть от этой величины. Экзотической ТМ в 5 раз больше, чем барионной материи. Еще 70% полной плотности дает так называемая темная энергия (космический вакуум), которая не подвержена сгущиванию, равномерно и однородно распределена и ответственна за ускоренное расширение Вселенной⁴.

² Об анизотропии говорят, поскольку фактически регистрируется угловое распределение РИ, которое идет к нам с разных направлений. В конечном счете, эта анизотропия связана с неоднородностью распределения излучающей материи.

³ Следует отличать небарионную ТМ от невидимой барионной материи (межгалактический газ, пыль), которая непосредственно взаимодействует с электромагнитным излучением.

⁴ Приведем более точные значения отношений плотностей барионной материи, ТМ и темной энергии к критической плотности; они составляют соответственно 0.0456 ± 0.0015 , 0.228 ± 0.013 , 0.726 ± 0.015 . Средняя плотность Вселенной близка к критической (по результатам работы [1]).

Таблица 2

<i>ХРОНОЛОГИЯ ВСЕЛЕННОЙ</i>	
Отсчет времени ведется от начала Большого Взрыва.	
Возраст Вселенной – около 14 миллиардов лет.	
Конец аннигиляции частиц-античастиц, образование нуклонов.	Первые несколько секунд
Ядерные реакции, в результате которых образуются ядра дейтерия, гелия и “следы” более тяжелых элементов.	Первые несколько минут
Окончание рекомбинации водорода, излучение “отделяется” от вещества ($z=1090$ [1])	380 тыс. лет
“Темные века” после рекомбинации, нет источников излучения.	Сотни миллионов лет
Образуются первые звезды (население III – тяжелые звезды, не дожившие до нашей эпохи), квазары, скопления и сверхскопления галактик. Происходит ионизация водорода светом звезд и квазаров (эпоха реионизации ~ 500 млн. лет, $z=11$ [1]).	$\sim 150 \div 1000$ млн. лет
Образование звезд населения II (старые звезды, содержащие некоторое количество элементов, тяжелее гелия)	Первые 3÷4 млрд. лет
Образование протозвездных облаков и звезд населения I (куда относится и наше Солнце), содержащих значительно большее количество тяжелых элементов	8÷9 млрд. лет

Скорости и плотности материи после рекомбинации относительно невелики. Поэтому процессы развития неоднородности в небольших масштабах можно рассматривать в рамках нерелятивистского подхода. Информация о глобальной метрике пространства-времени необходима лишь для оценки расстояний до объектов. Вместе с тем отметим, что в современных теориях ТМ анализируют также возможный вклад релятивистской компоненты, например, разных типов нейтрино.

Что образовалось раньше?

Как уже отмечалось, основными элементами крупномасштабной структуры Вселенной являются галактики, группы галактик, скопления и сверхскопления галактик. Все эти элемен-

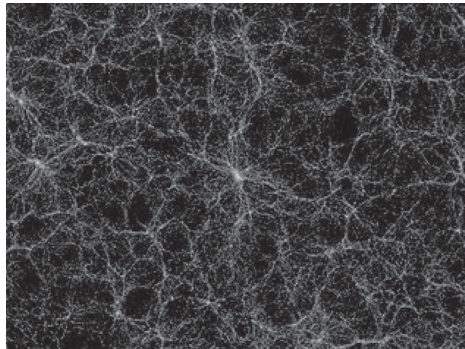


Рис. 1. Общий вид ячеистой структуры Вселенной [2] (*Millenium simulation*, <http://www.mpa-garching.mpg.de/galform/millennium/>)

ты образуют ячеистую структуру с набором нитей-филаментов на границах ячеек. Внутри ячеек находятся пустоты (войды). Эта структура хорошо видна на Рис.1, где показан результат [2] компьютерного моделирования в модели с холодной ТМ, качественно согласующийся с наблюдениями.

Группы и скопления галактик образуют вытянутые уплотненные филаменты (волокна) или цепочки, образующие “космическую паутину”. Филаменты вытянуты вдоль одного направления (10-100 Мпк), могут иметь средние размеры в другом, и тонкие – в третьем. Большая часть галактик лежит вне больших скоплений в филаментах или “облаках”. Соседние филаменты могут иметь общую плоскость, либо их плоскости могут пересекаться. Филаменты не являются отдельными структурами, они связаны друг с другом в единую сеть. В узлах такой сети находятся богатые скопления. Сверхскопления вмещают несколько скоплений и сеть филаментов.

Крупномасштабные структуры космической паутины возникли на ранней стадии развития Вселенной из флуктуаций плотности вещества путем гравитационного самодействия. Если начальное превышение плотности в некотором объеме в сравнении со средним фоном было достаточно велико, то общее расширение в этом объеме останавливается, и вещество успевает до настоящей эпохи перейти в динамически устойчивое состояние. При меньшем превышении общее расширение останавливается гравитационными силами, система сжимается, но не успевает достичь динамического равновесия. Наконец, если контраст плотности еще меньше, то область продолжает расширяться, но медленнее по сравнению с общим космологическим расширением.

Чем больше пространственный масштаб флуктуации, тем легче начать сжатие. Минимальный размер структуры, при котором гравитационные силы преобладают над внутренним давлением газа, инициируя начало сжатия, называют длиной Джинса. Давление газа, которое зависит от его температуры и плотности, существенно изменяется в процессе рекомбинации. Вследствие этого имеется целый набор джинсовских масштабов и масс, соответствующих разным структурам.

После рекомбинации должны пройти “темные века”, чтобы в результате гравитационного сжатия, фрагментации и разогрева образовались первые источники излучения – квазары и первые звезды. Эти процессы происходят на относительно малых масштабах, которые здесь мы не рассматриваем; но их роль исключительно важна и заслуживает отдельного обсуждения. Образование структур больших масштабов, от нескольких мегапарсек и более, также обязано силам гравитации, которые приводят к увеличению флуктуаций плотности и барионного вещества, и небарионной ТМ.

“На палых” образование ячеистой структуры можно понять следующим образом. Любая массивная структура будет сжиматься под действием самогравитации, если нет сил давления. Последними можно пренебречь на достаточно больших масштабах. Если распределение плотности коллапсирующей материи изначально сферически симметрично, эта симметрия сохранится, и сжатие происходит одинаково по всем направлениям. Однако появление сферически-симметричной структуры маловероятно! Более реалистична ситуация, когда область, где имеется положительный контраст плотности первичного газа, имеет эллипсоидальную форму, причем сжатие массы газа происходит быстрее по одной из осей

эллипсоида. Возникает плоская структура – “блин Зельдовича”. Разумеется, такое рассмотрение возможно лишь до определенного момента. Нужно учитывать, что блин имеет конечную толщину; на определенном этапе нужно учитывать давление газа, возникновение ударной волны, дробление на более мелкие элементы. Тем не менее, такое описание является довольно общим и, по-видимому, имеет прямое отношение к появлению стен и листов в распределении галактик.

Естественно спросить, какие структуры возникли раньше, большие или малые? Сверхскопления, скопления или галактики? Либо сначала отделились друг от друга большие массы газа – протоскопления, в которых впоследствии сформировались галактики и загорались первые звезды, или же, наоборот, скопления стали результатом взаимного притяжения галактик? В грандиозном театре космологической эволюции это соответствует разным сценариям: “bottom up” (снизу вверх) – когда сначала образуются малые структуры, а большие появляются в результате последующего сгущивания, или же, наоборот, “top-down” (сверху вниз), от больших масштабов к малым путем дробления. В отличие от известного вопроса, что родилось раньше, курица или яйцо, выбор космологического сценария очень важен: он существенно влияет на выбор модели ТМ, и, таким образом, на наше понимание микроскопического строения материи. Свойства элементарных частиц, которые входят в состав ТМ, и их взаимодействие с обычной материей определяют скорость и параметры ряда макроскопических процессов. Уточнение параметров распределений материи и углового спектра реликтового излучения даст возможность сравнить разные варианты моделей микроструктуры ТМ, в частности, с привлечением дополнительных типов нейтрино.

Здесь правомерен вопрос: о каком точном сравнении теории с экспериментом может идти речь при таком многообразии окружающего нас мира галактик, с разными формами, с разным населением и возрастом? Ключ к такому сравнению дают статистические методы, благодаря которым удастся найти точки соприкосновения теоретических расчетов с наблюдаемым материалом, таким как распределения по массам, размерам и светимостям, параметры корреляционных функций и многие другие. Заметим, что даже распределение внегалактических объектов в пространстве весьма отличается от абсолютно случайного. Однако для определения статистических характеристик необходимо иметь большие выборки исследуемых объектов. Поэтому на первый план выходят широкомасштабные обзоры неба с использованием как наземных, так и космических инструментов.

Наибольшим в настоящее время является Слоуновский цифровой обзор неба (Sloan Digital Sky Survey, SDSS; см. www.sdss.org); в его 7-м издании содержатся данные об изображениях 350 млн. небесных объектов, спектры 930 тыс. галактик, 120 тыс. квазаров и 460 тыс. звезд. В настоящее время обзор закончен, однако на его основе возникли новые проекты, развивающие его в нескольких направлениях (см., напр., <http://www.sdss3.org>). Что касается теории, то здесь возрастает роль суперкомпьютерных симуляций, где отслеживается история огромного числа частиц. Так, при моделировании распределения, показанного на Рис. 1, рассчитывались положения 10 млрд. частиц в кубе с ребром более половины гигапарсека. Авторы – группа американских, британских, германских и канадских астрофизиков, наминававшаяся Virgo Consortium, – назвала свою работу *Millenium simulation* [2].

Сверхскопления, скопления, пустоты

Характерный размер скоплений галактик – 5–10 Мпк; они, как и группы галактик достаточно хорошо определяются из наблюдений. Сверхскопления – группировки скоплений и групп галактик – не так четко выражены. Идея о сверхскоплениях была принята не сразу. Среди ее противников были такие известные астрофизики как Эдвин Хаббл (*Edwin Hubble*) и Фриц Цвикки (*Fritz Zwicky*). Хаббл в 1936 нашел, что галактики в среднем распределены однородно, и что нет структур, крупнее, чем большие скопления. В 1950-х годах продолжал отрицать реальность сверхскоплений Цвикки. Он считал сверхскопления большими скоплениями и оценивал их размеры примерно в 40 Мпк, что близко к оценке средних размеров сверхскоплений. Активным сторонником сверхскоплений был Джорж Эйбелл (*George Abell*). Он показал, что вероятность наблюдаемого пространственного распределения скоплений в предположении случайного характера сгущивания ничтожно мала. В результате анализа составленного им каталога Эйбелл в 1961 г. представил список 17-и северных сверхскоплений, средний размер которых был 52 Мпк.

В конце прошлого века наибольший каталог сверхскоплений был составлен Яаном Эйнасто (*Jaan Einasto*) с сотрудниками [3], который включает 220 сверхскоплений с числом скоплений два и более, а семь сверхскоплений имеют в своем составе не менее пятнадцати Эйбелловских скоплений. Наиболее известной из них является **Концентрация Шепли** в созвездии Центавра, насчитывающая примерно 2000 галактик. Харлоу Шепли (*Harlow Shapley*) и его сотрудники из обсерватории Гарвардского колледжа обратили на нее внимание при составлении обзора галактик на южном небе.

Каталог [3] был составлен на основе наблюдений, проведенных до середины 90-х годов прошлого века. Позже были обнаружены еще более мощные структуры.

Великая стена CfA2 – видимая плашмя блиноподобная структура из галактик, располагающаяся на расстоянии около 70 Мпк, открыта в 1989 году Маргарет Геллер (*Margaret Geller*) и Джоном Хухра (*John Huchra*).

Великая стена Слоуна – агрегация галактик, простирающаяся более чем на 300 Мпк; она находится примерно на таком же расстоянии от нас. Открыта Дж. Ричардом Готтом (*J. Richard Gott III*) и Марио Юричем (*Mario Juric*) из Принстонского университета в 2003 г. Это – на данный момент наибольшая из известных структур во Вселенной. Великая стена Слоуна была обнаружена по данным обзора SDSS.

Среди галактик северного неба, имеющих хаббловские скорости от 1000 до 2000 км/с, доминируют галактики, принадлежащие **Местному сверхскоплению** (Virgo Supercluster) с центром в скоплении Девы. Наша Местная группа, состоящая из Галактики (Млечного Пути), туманности Андромеды и нескольких десятков более мелких их спутников, вместе с другими близкими группами (Скульптора, IC-Maffei, M81) входят в состав удлинённой структуры (волока или филамента), которая находится на периферии Местного сверхскопления. Сверхгалактический экватор – пересечение с небесной сферой плоскости преимущественной концентрации галактик Местного сверхскопления – примерно перпендикулярен к плоскости Галактики.

На переднем фоне Великой стены CfA2 имеется область с малым содержанием галактик – войд в созвездии Волосы Вероники. Исследования показали крайне бедное содержание галактик в этой области. Другой известный войд

был найден в Волопасе; он имеет размер в 60 Мпк и долгое время считался наибольшим. Войдов в настоящее время открыто довольно много, с размерами от мегапарсека и меньше до 100 Мпк.

Наш Млечный Путь есть член Местной группы, которая входит в состав “облака” (филамента) галактик Волосы Вероники – Скульптор. По одну сторону, на “юг” от сверхгалактической плоскости, содержащей этот филамент, находится другой филамент, однако на “север” от него, сразу за последней галактикой Местной группы, находится Местный войд. Войды очень важны для изучения распределения светлой и темной материи. Пусты ли войды в действительности? Может быть они заполнены галактиками низкой светимости или протогалактиками, состоящими из ТМ и несветящегося газа, из которых могут впоследствии сформироваться новые галактики?

В, казалось бы, совсем пустом межгалактическом пространстве также есть свои структуры – облака нейтрального водорода, которые находятся на разных красных смещениях. В наблюдениях эти облака заявляют о себе через частотол линий поглощения в спектрах квазаров, просвечивающих огромные расстояния Вселенной. Как правило, астрономов интересуют абсорбционные линии Лаймановской серии атома водорода, в частности, линии лайман-альфа. Чем ближе облако, тем меньше его красное смещение и тем меньше длина волны, на которой земной наблюдатель видит линию поглощения в спектре далекого астрономического объекта. Каждая линия поглощения от отдельного облака может быть достаточно узкой, однако облаков на луче зрения много, поэтому протяженный участок наблюдаемого спектра может напоминать видимые верхушки леса (отсюда название – “лес лайман-альфа”). Исследования леса лайман-альфа играют особую роль для проверки космологических теорий: благодаря малой плотности динамику среды в межгалактическом пространстве гораздо легче рассчитать, чем, например, эволюцию области, где возникают массивные образования, описание которых требует учета сложных физических условий.

Распределение массы во Вселенной

Видимое распределение галактик и их скоплений вовсе не обязательно повторять распределение всей ТМ, которая доминирует среди типов материи, подверженных гравитационному скучиванию. Но все виды материи порождают гравитационное поле, которое влияет и на скорости галактик и на распространение света. На этом основаны методы изучения распределения массы во Вселенной.

В первую очередь отметим методы с определением поля пекулярных скоростей галактик, то есть скоростей, дополнительных к скоростям общего однородного хаббловского расширения. Здесь речь идет о движении относительно реликтового излучения, которое представляет некую систему покоя Вселенной. Большие концентрации масс, в том числе скопления и сверхскопления, проявляют себя как центры локальных притяжений. Строго говоря, эти центры генерируют не скорости, а ускорения галактик, тем не менее, задача о восстановлении распределения масс по кинематике объектов при определенных предположениях может быть решена. Кроме того, нужно иметь в виду, что измерениям доступны лишь радиальные составляющие скорости (по эффекту Допплера), однако в ходе статистической обработки их удается отделить от общего хаббловского расширения и найти направление потока галактик.

При изучении коллективной скорости движения галактик в объеме до 100 Мпк возникло представление о Великом Аттракторе с массой в $5 \cdot 10^{16}$ солнечных масс, который затаился на расстоянии 58 Мпк в направлении на со-

звезде Центавра. Однако вскоре выяснилось, что для объяснения наблюдаемой скорости потока одним Великим аттрактором не обойтись, пришлось учесть сверхскопление в Персее-Рыбах в противоположном от Большого аттрактора направлении, а также Концентрацию Шепли. Известно, что Местная группа галактик движется относительно микроволнового фона со скоростью (627 ± 22) км/с в направлении в галактических координатах $(l, b) = (276^\circ, 30^\circ) \pm 3^\circ$ [4]. Часть этой скорости можно объяснить «падением» на ближайшее скопление в Деве, часть дают классический Великий аттрактор (Гидра-Центавр) и Концентрация Шепли; но, по видимому, необходимо привлекать и другие далекие массивные сверхскопления. Заметим, что эмоциональные выражения типа «падение на Великий аттрактор», которые иногда звучат в обсуждениях, чисто условны. Коллективные скорости потоков галактик составляют небольшую часть от скорости хаббловского разбегания галактик (см., напр., Рис.2, взятый из работы [5]). Заметим также, что это средние скорости, на которые накладываются еще немалые индивидуальные случайные скорости галактик.

На масштабах порядка 10 мегапарсек важнейшим источником данных о распределении массы являются карликовые галактики. Это относительно небольшие системы звезд; в мире галактик они являются своеобразными «пробными частицами», причем их достаточно много. Благодаря этому их целесообразно использовать для изучения распределения массы Местного объема. С этой целью на рубеже тысячелетий была проведена обширная международная программа совместных исследований с участием американских, германских, российских и украинских ученых. Исходным пунктом для наблюдений были

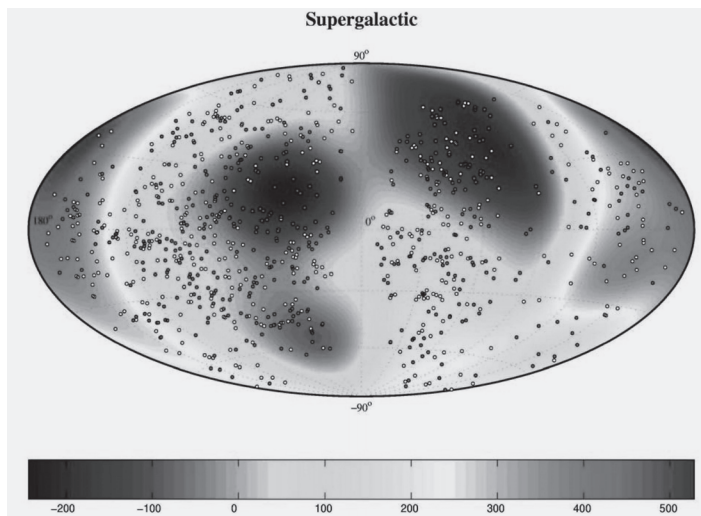


Рис. 2. Распределение коллективных скоростей галактик в Местной Вселенной.

Области, имеющие избыток радиальной скорости в сравнении с хаббловским расширением, показаны темными слева и справа, недостаток – темными в центре (см. шкалу внизу в км/с).

каталоги объектов слабой поверхностной яркости, которые с 1970-х годов разрабатывались Валентиной Ефимовной и Игорем Дмитриевичем Караченцевыми. В рамках программы были получены сотни снимков неба на космическом телескопе Хаббла и выполнен их тщательный анализ. Снимки охватили 97% всего неба, благодаря чему была построена детальная трёхмерная карта распределения местных галактик и уточнена масса нашей Галактики. Эти и другие наблюдения показали, что, по крайней мере в “местной Вселенной”, распределения темной и светящейся материи коррелируют между собой – где больше светящейся материи, там группируется и ТМ.

В перспективе приобретает большое значение еще один метод, использующий так называемое “слабое гравитационное линзирование”, который работает на более значительных пространственных масштабах. Тут первостепенную роль играет влияние гравитационного поля на распространение электромагнитного излучения. Благодаря эффектам общей теории относительности гравитационное поле определенным образом растягивает изображение удаленной галактики на заднем плане. Имея большое число таких галактик, можно восстановить так называемый “космический сдвиг” (*cosmic shear*), который помогает оценить распределение массы на переднем плане. Метод требует достаточно глубоких обзоров, чтобы набрать достаточную статистику “линзируемых объектов”; сейчас разрабатываются соответствующие наблюдательные программы изучения крупномасштабной структуры, которые будут реализованы в будущем.

Запланированные на ближайшие годы научные программы, как космические, так и наземные, открывают эру прецизионной космологии. Астрономия – точная наука, и неудивительно, что и при описании внегалактических структур численный анализ постепенно приходит на смену качественному описанию. Исследования тонких космологических эффектов будут подпитывать и другие сферы астрономии, а также физики элементарных частиц. Как оказывается, физика микромира значимо влияет на процессы, изучаемые в космологии и внегалактической астрономии. Именно таким путём, к примеру, было получено одно из лучших на сегодняшний день ограничений на массы нейтрино. Да и раньше “земные” проблемы фундаментальной физики неоднократно находили решение “в небесных сферах”. Ведь ни одна наземная лаборатория или ускоритель не обеспечат условия, которые имели место в первые моменты космологического расширения! Исследования крупномасштабной структуры Вселенной продолжают...

Литература

- [1] Hinshaw G., Weiland J. L., Hill R. S. et al. (WMAP Collaboration). Five-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe Observations: Data Processing, Sky Maps, and Basic Results / / The Astrophysical Journal Supplement. – 2009. – **V.180**. – P.225–245; [arXiv:0803.0732](https://arxiv.org/abs/0803.0732).
- [2] Springel V., White S. D. M., Jenkins A. et. al., Simulating the joint evolution of quasars, galaxies and their large-scale distribution // Nature. – 2005. – **V.435**. – P.629-636; [astro-ph/0504097](https://arxiv.org/abs/astro-ph/0504097).
- [3] Einasto M., Tago E., Jaaniste J., Einasto J., Andernach H. The supercluster-void network I. The supercluster catalogue and large-scale distribution // Astron. Astrophys. Suppl. – 1997. – **V.123**. – P.119-133; [astro-ph/9610088](https://arxiv.org/abs/astro-ph/9610088)
- [4] Kogut A., Lineweaver C., Smoot G.F. et al. Dipole anisotropy in the COBE differential microwave radiometers first-year sky maps // Astrophys. J. – 1993. – **V.419**. – P.1-6; [astro-ph/9312056](https://arxiv.org/abs/astro-ph/9312056)
- [5] Kudrya Yu.N., Karachentseva V.E., Karachentsev I.D. et al., The bulk motion of flat edge-on galaxies based on 2MASS photometry // Astron. and Astrophys. – 2003. – **V.407**. – P.889-898; [astro-ph/0305483](https://arxiv.org/abs/astro-ph/0305483).

РЕЛИКТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В КОСМОЛОГИИ

Б.С.Новосядлый

В 2010 году прошло 45 лет со времени открытия реликтового излучения, научное значение которого невозможно переоценить. Его предвидение Георгием Антоновичем Гамовым, одесситом от рождения, открытие и последующее целенаправленное исследование — одна из захватывающих страниц истории становления физической космологии. Без преувеличения можно сказать, что результаты этих исследований в значительной степени определяют наше понимание строения и происхождения Вселенной, научную картину мира и наше мировоззрение в целом.

Гипотеза Гамова. Впервые идея существования реликтового излучения была выдвинута в 1946 году Георгием Гамовым. Он предположил, что на ранних стадиях расширения Вселенная была горячей, и от этой эпохи осталось тепловое излучение, приходящее со всех направлений. Вместе со своими учениками Ральфом Альфером и Робертом Германом он использовал эту гипотезу в 1948 году для объяснения синтеза всех элементов таблицы Менделеева и их изотопов сразу после Большого Взрыва, когда плотность и температура были достаточно высокими для протекания реакций синтеза тяжелых элементов из легких присоединением свободных нейтронов и протонов. Эти идеи легли в основу так называемой «горячей модели» Вселенной.

Согласно современным представлениям, в ранней Вселенной, в первые три минуты после Большого Взрыва, синтезировались только легкие элементы (водород, гелий, литий и их изотопы). Все остальные синтезировались гораздо позже, в недрах звезд и вспышках сверхновых. С течением времени вследствие расширения Вселенной тепловое излучение «охладилось», и его современная температура, по оценкам Гамова и коллег, должна быть всего 5-6 градусов Кельвина. Сам Гамов, однако, не верил в возможность экспериментального подтверждения его гипотезы. Он считал, что реликтовое излучение практически невозможно выделить на фоне суммарного излучения звезд, межзвездного газа и пыли. Именно поэтому почти 15 лет никто из астрономов-наблюдателей не делал практических попыток обнаружить реликтовый фон.

И только весной 1964 года в журнале «Доклады Академии наук СССР» появилась статья Андрея Дорошкевича и Игоря Новикова «Средняя плотность излучения в метагалактике и некоторые вопросы релятивистской космологии», которая содержала подробный анализ соотношения интенсивностей излучения галактик и реликтового излучения и показывала, что последнее можно зарегистрировать на длинах волн от нескольких сантиметров до нескольких миллиметров, где вклад «свечения» галактик минимален. Независимо к такому же выводу пришли британские астрофизики Фред Хойл и Роджер Тейлер, статья которых вышла в том же году в сентябрьском номере журнала *Nature*. В начале 1965 года группа астрофизиков из Принстона (США) — Роберт Дикке, Филлип Джеймс Пиблс, Питер Ролл и Дэвид Уилкинсон — начала создание антенны для поиска реликтового излучения. Они первые подошли к постановке целенаправленного эксперимента по его регистрации, но, по иронии судьбы, не они стали его первооткрывателями.

История открытия. В 1964 году радиофизики Роберт Вильсон и Арно Пензиас, работавшие в лаборатории компании Белл в Кроуфорд Хилл (США), готовили наиболее чувствительный в то время радиотелескоп для изучения Галактики на длине волны 21 см. Для измерений галактического радиоизлучения необходимо было исключить все источники помех и шумов – наземные, атмосферные, аппаратурные. Для этого ученые перенастроили приемник на волну 7,35 см (в этой области галактическое излучение практически отсутствует). Устранив все возможные шумы в приемнике и электрических цепях, вычленив свечение атмосферы, они весной 1964 года, к своему удивлению, обнаружили сигнал, уровень которого не зависел ни от направления на небе, ни от сезона, когда проводились наблюдения. Они еще раз проверили всю приемную аппаратуру, демонтировали и почистили антенну, но помеха не исчезала. И только убедившись, что это не шумы антенны и приемной аппаратуры, астрономы обратились к теоретикам Принстонской группы за помощью в интерпретации этого сигнала.

Дикке с коллегами сразу поняли, что Пензиас и Вильсон зарегистрировали тепловое излучение ранней Вселенной, предсказанное Гамовым. Обе группы решили опубликовать в журнале «The Astrophysical Journal» два коротких сообщения: одно – о результатах измерений, второе – их интерпретация в свете гипотезы Гамова. Статьи вышли в одном номере журнала летом 1965 года. Сообщение Пензиаса и Вильсона называлось «Измерение избыточной температуры антенны на 4080 МГц» и заняло всего полторы страницы. В нем авторы описали только результаты измерений шумов, соответствующих избыточной температуре 3.5 ± 1 К, а за интерпретацией отослали к сопутствующей статье «Космическое тепловое излучение» (5 страниц). За это открытие Пензиас и Вильсон в 1978 году были удостоены Нобелевской премии по физике.

Физическая природа и свойства. В последующих экспериментах было подтверждено существование электромагнитного излучения, которое приходит на Землю со всех участков неба практически с одинаковой интенсивностью. Важной задачей стало изучение его энергетического распределения, то есть зависимости его интенсивности от длины волны. Сейчас Вселенная холодна, но в прошлом она была горячей. Когда Вселенной было 400 тыс. лет, температура реликтового излучения достигала 3000 К. Меньше возраст – выше температура... Атомы, состоящие из ядер и вращающихся вокруг них электронов, существовать в таких условиях не могли. Энергия фотонов излучения была столь велика, что они легко ионизировали атомы, образуя плазму из атомных ядер и свободных электронов. Фотоны рассеивались на них, как свет в тумане, поэтому среда была непрозрачной для излучения. Такую плазму называют барионно-фотонной (барионы – общее название частиц, из которых состоят ядра известных нам атомов).

Если вернуться к первой секунде после Большого Взрыва, то температура тогда составляла несколько миллиардов градусов Кельвина. В таких условиях даже ядра элементов существовать не могли – фотоны разрушали и их. Но в следующие три минуты возникли условия для синтеза легких элементов – водорода, гелия, лития, бериллия и их изотопов. Этот этап жизни Вселенной называют эпохой космологического нуклеосинтеза. Из наблюдаемого соотношения концентраций водорода, гелия и дейтерия в межгалактической среде можно получить значения средней плотности барионного вещества: оказалось,

что она составляет всего $\sim 5\%$ от полной средней плотности Вселенной. В еще более раннюю эпоху – порядка миллиардной доли секунды после Большого Взрыва – фотоны имели такую энергию, что разрушали протоны и нейтроны (нуклоны), расщепляя их на составляющие кварки и глюоны.

Для количественного описания первых минут Вселенной необходимо установить точное значение температуры реликтового излучения и возможные отклонения энергетического спектра от планковского. С этой целью было проведено более 50 экспериментов. Наиболее полно и точно эту задачу удалось решить с помощью специально созданного для таких исследований спектрометра микроволнового и дальнего инфракрасного диапазона, который установили на космической обсерватории COBE (COsmic Background Explorer), созданной американским аэрокосмическим агентством и выведенной на гелиосинхронную орбиту 18 ноября 1989 года. Было доказано, что спектр реликтового излучения одинаков по всему небу в широком диапазоне длин волн (0.05-10 см). Он соответствует температуре $T = 2.725 \pm 0.002$ К. Задача была чрезвычайно сложной: такие измерения можно провести, лишь охладив аппаратуру телескопа до 1.5 К, а из полученной карты микроволнового фона необходимо вычистить излучение огромного количества более близких источников, которые в данном случае являются помехами. Значимость результатов этих исследований для космологии подтверждена присуждением Нобелевской премии по физике за 2006 год Джону Мазеру (John Mather), автору идеи и руководителю проекта.

Максимум интенсивности излучения находится на длине волны 1.1 мм. Плотность его энергии составляет $4 \cdot 10^{-13}$ эрг/см³ (400 фотонов в одном кубическом сантиметре). В среднем на каждую элементарную частицу во Вселенной приходится миллиард квантов реликтового излучения. Это естественный космический микроволновый фон.

Анизотропия реликтового излучения и ее обнаружение COBE. Теоретические расчеты, подтвержденные наблюдательными данными, свидетельствуют, что реликтовое излучение, перед тем, как окончательно «отделиться» от материи, успело многократно рассеяться на свободных электронах, составляющих горячей плазмы молодой Вселенной. Оно начало свободно распространяться, когда, вследствие расширения, Вселенная охладилась настолько, что энергии фотонов уже не хватало на разрушение связи положительно заряженных ядер легких элементов (водорода, гелия, лития, бериллия и их изотопов) и электронов с отрицательным зарядом. Таким образом, начали образовываться нейтральные атомы дозвёздного вещества. Его химический состав определен физическими условиями горячей расширяющейся Вселенной: по количеству атомов в единице объема это в основном водород (H $\sim$ 92%) и гелий (H $\sim$ 8%), остальных – доли процента. Период времени, когда из плазмы возникли атомы, называют эпохой космологической рекомбинации. Она происходила одновременно во всей Вселенной, когда ее возраст составлял около 380 тыс. лет (отсчитывая от момента Большого Взрыва). Рекомбинация длилась примерно 50 тыс. лет.

С тех пор тепловое излучение свободно распространяется в пространстве таким образом, что в каждый момент времени оно приходит в каждую точку со всех направлений с одинаковыми интенсивностью и энергетическим спектром. В современную эпоху, когда возраст Вселенной составляет 13.7 млрд. лет, ре-

ликтовое излучение приходит из сферического слоя вокруг нас, толщина которого значительно меньше расстояния до него. Его называют сферой последнего рассеяния реликтового излучения. Высокая изотропность приходящего излучения указывает на такую же однородность и изотропность распределения вещества на сфере последнего рассеяния. Но в наше время наблюдается противоположная картина: вещество сконцентрировано в звездах, галактиках, скоплениях галактик. Они сформировались и существуют благодаря гравитации.

Известный советский физик Евгений Лившиц еще в 1946 году вывел закон развития возмущений плотности и скорости вещества в расширяющейся Вселенной. Из него следовало, что для образования галактик или скоплений галактик под действием самогравитации необходимы зародышевые неоднородности соответствующего масштаба, сгенерированные на самых ранних стадиях расширения Вселенной. Это означает, что такие неоднородности должны существовать на сфере последнего рассеяния и нарушать изотропию реликтового фона. Американские астрофизики Р.Сакс и А.Вольф в 1967 году первыми исследовали этот эффект теоретически. Они показали, что возмущения плотности и скорости вещества, а также возмущения метрики пространства-времени (фактически гравитационного поля) вызывают угловые вариации температуры реликтового излучения на уровне 0.1% на больших угловых масштабах (более 10°). В теории анизотропии реликтового излучения его называют теперь эффектом Сакса-Вольфа.

В следующем году Дж.Силк из Оксфордского университета детально исследовал анизотропию на меньших угловых масштабах, где основной вклад должен давать эффект разности скоростей движения (эффект Доплера), а также неоднородности температуры и плотности (адиабатический эффект) различных областей расширяющейся Вселенной. Силк показал, что упомянутые возмущения галактических и больших масштабов «выживают» в горячей плазме, в то время как меньшие быстро затухают. По его оценкам вследствие этих эффектов на угловых масштабах около 1° ожидаемые отклонения температуры должны быть порядка 0.2%.

Эти работы положили начало очень важного направления современной космологии — теории анизотропии реликтового излучения. Они также стимулировали постановку экспериментов для регистрации этой анизотропии. Очевидно, что столь малые отклонения можно зарегистрировать только при чрезвычайно прецизионных измерениях. Однако ни первый такой эксперимент, проведенный в конце 60-х, ни последующие — в 70-х и 80-х годов — не имели успеха. Чувствительность инструментов постепенно возрастала, но результата все не было...

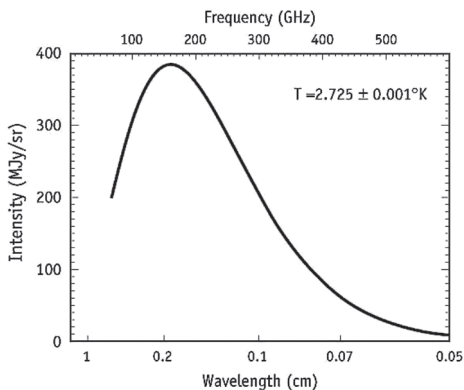


Рис. 1. Энергетический спектр реликтового излучения, полученный в эксперименте COBE. Ошибки измерений сравнимы с толщиной линии (Дж. Мазер, 1992 г.).

В конце 70-х годов радиотелескопы микроволнового диапазона могли регистрировать угловые вариации температуры реликтового излучения порядка 0.05%, десятилетием позже – до 0.02%. Самым дорогим и чувствительным инструментом того времени, созданным для этих исследований, был советский космический телескоп «Реликт» (1983-1984 годы), размещенный на искусственном спутнике Земли «Прогноз-9». Он провел измерения отклонений температуры от средней, сканируя разные участки неба на частоте 37 ГГц с угловой разрешающей способностью $\sim 6^\circ$ и чувствительностью 0.0006 К. За полгода было «осмотрено» все небо, осуществлено около 15 млн. измерений. Проектом руководил заведующий лабораторией Института космических исследований Игорь Струков. Первые результаты обработки данных появились в январском номере журнала «Письма в Астрономический журнал» за 1984 год. Они указывали на отсутствие отклонений температуры, превышающих 0.0002 К. Более основательная обработка данных, проведенная в последующие три года, еще примерно вчетверо снизила уровень, выше которого вариаций уверенно нет, то есть вариации температуры $\Delta T/T$, связанные с неоднородностями в больших масштабах, не превышают величины $2 \cdot 10^{-5}$. Такой поворот событий уже вызвал беспокойство в кругах теоретиков – дальнейшее снижение уровня анизотропии означало бы ошибочность разработанной на тот момент теории формирования структуры Вселенной.

В 1989 году начались измерения вариаций температуры реликтового излучения высокочувствительным дифференциальным микроволновым радиометром DMR, установленным на американской космической обсерватории COBE. Было просканировано все небо с разрешающей способностью $\sim 7^\circ$ на трех частотах: 32, 53 и 90 ГГц. Это дало возможность эффективнее учесть (и исключить) вклад излучения более близких галактических и внегалактических источников. Результаты обработки полученных данных появились в сентябрьском номере американского журнала «The Astrophysical Journal» за 1992 год и вызвали сенсацию. Наконец-то анизотропия реликтового излучения была зарегистрирована! Ее характерная величина на масштабах свыше 7° составляла $1.1 \cdot 10^{-5}$. Научным руководителем проекта DMR был Джордж Смут.

Регистрация флуктуаций температуры реликтового излучения в эксперименте COBE стала подтверждением еще двух ключевых идей современной космологии, касающихся существования темной материи и кратковременной фазы экспоненциального расширения очень ранней Вселенной – инфляции. Действительно, предусмотренная Саксом и Вольфом амплитуда угловых вариаций температуры реликтового излучения до $\sim 0.1\%$ в больших масштабах базировалась на теории гравитационной неустойчивости расширяющейся Вселенной, содержащей только барионное вещество и излучение. Отсутствие вариаций с такой амплитудой, надежно подтвержденное экспериментами 70-х годов прошлого века, указывало на то, что в больших масштабах либо законы гравитации отличаются от известных нам, либо состав Вселенной другой.

В начале 80-х годов группа московских ученых на основании своих экспериментов заявила, что нейтрино – сверхлегкая частица, практически не взаимодействующая с барионным веществом и возникающая в реакциях термоядерного синтеза – имеет массу покоя порядка 30 электрон-вольт (эВ), что примерно в 30 млн. раз меньше массы покоя протона или нейтрона, из которых состоят ядра

атомов. Но количество нейтрино во Вселенной почти в миллиард раз больше! Отсюда следует, что средняя массовая плотность нейтрино значительно превосходит плотность барионного вещества. Поскольку нейтрино не излучают и не поглощают свет, их посчитали одной из составляющих темной материи. В раннюю эпоху, задолго до рекомбинации, нейтрино взаимодействовали с веществом и были разогреты до высоких температур. Такую форму темной материи называют горячей. И хотя измеренное значение массы нейтрино не было подтверждено другими экспериментами, идея темной материи в форме массивных слабовазаимодействующих частиц стала одной из ключевых в современной космологии.

Сегодня рассматриваются как холодные, так и теплые ее модели. Структуризация в них идет от объектов меньших масс к большим путем иерархического сгущения, что согласуется с наблюдаемыми характеристиками крупномасштабной структуры Вселенной. В присутствии темной материи амплитуда вариаций температуры реликтового излучения значительно меньше, чем в чисто барионной. Это спасало теорию. Определенная в эксперименте COBE амплитуда $\Delta T/T$ вместе с современными теоретическими разработками уверенно указывает на существование темной материи в форме массивных слабовазаимодействующих частиц. В эксперименте COBE была впервые получена карта флуктуаций температуры реликтового излучения для всего неба. Даже, несмотря на ее сравнительно низкое разрешение, после применения статистических методов анализа она позволила получить уникальную информацию о Вселенной. Были выявлены «горячие» и «холодные» пятна и получен спектр мощности пространственных неоднородностей температуры. Оказалось, что он практически совпадает с тем, который предсказывают инфляционные модели ранней Вселенной.

После того, как существование анизотропии реликтового излучения было подтверждено в десятках других экспериментов, Джорджу Смуту была присуждена Нобелевская премия по физике за 2006 год (совместно с Джоном Мазером). В представлении комитета говорилось: «результаты наблюдений обсерватории COBE являются отправной точкой космологии как точной науки». Эта премия вручалась на фоне следующей успешной космической миссии – WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe).

Космический картограф WMAP. Проект по созданию нового зонда микроволновой анизотропии (начальное название MAP) стартовал на следующий день после официального завершения проекта COBE (1 ноября 1996 года) и является его логическим продолжением. Это совместный проект NASA и Принстонского университета. Его руководителем стал Чарльз Беннет, участник проекта COBE. Назначение зонда – получить карту флуктуаций температуры реликтового излучения по всему небу с угловой разрешающей способностью в 33 раза лучше ($\sim 15'$) при соотношении сигнал/шум в 45 раз большей, чем у DMR-COBE. Цель была достигнута путем сканирования всего неба уже на 5 частотах (23, 33, 41, 61 и 94 ГГц) с использованием дифференциальных высокочувствительных радиометров в качестве приемников. Телескоп отправился не на околоземную орбиту, а в точку Лагранжа L_2 , расположенную на расстоянии 1.5 млн. км от Земли в противоположном от Солнца направлении. Запущенный 30 июня 2001 года ракетой-носителем Delta с мыса Канаверал, MAP достиг точки Лагранжа уже 1 октября и сразу же приступил к выполнению программы.

Зонд представлял собой два совершенно идентичных телескопа с эллиптическими главными зеркалами (размеры главных осей эллипса 1.6 и 1.4 м), смотрящими в разные стороны (угол между оптическими осями составляет 141°), и вторичными, направляющими излучение на приемники, которые измеряли разницу температуры излучения разных участков неба. МАР вращался вокруг главной оси, делая один оборот за 2 мин. 9 секунд; ось вращения прецессировала с периодом 1 час вокруг направления Солнце-Земля, к которому она наклонена под углом 22.5° . Эта ось вследствие вращения нашей планеты вокруг Солнца за сутки смещалась на 1° в плоскости эклиптики. Таким образом, за полгода зонд мог просканировать все небо. Рабочая температура радиометров составляла 90K (-183°C), что обеспечивалось пассивным охлаждением в тени солнечных батарей и термоизоляции от теплой части зонда. В 2003 году МАР был переименован в WMAP в честь Дэвида Вилкинсона – одного из научных руководителей проекта, преждевременно ушедшего из жизни в 2002 году.

Результаты обработки данных одного года наблюдений были опубликованы в 2003 году. Полученную карту флуктуаций температуры реликтового излучения можно трактовать как фотографию ранней (380 тыс. лет после Большого Взрыва) Вселенной, в которой еще не было ни звезд, ни галактик. На ней хорошо просматриваются «горячие» и «холодные» пятна, обусловленные зародышами структур масштаба сверхскоплений галактик. Характер углового спектра мощности флуктуаций температуры реликтового излучения подтвердил предположения Силка и четко показал, какой сценарий реально имел место в нашей Вселенной. Более того, точность измерений оказалась настолько высока, что дала возможность надежно определить положения и амплитуды пиков в таком спектре, зависящих от геометрии пространства-времени, содержания и состава материи, постоянной Хаббла и других космологических параметров. Сравнением теоретического и наблюдаемого спектров удалось установить, что кривизна про-

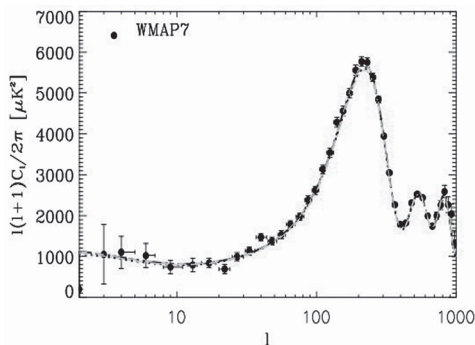


Рис. 2. Спектр мощности флуктуаций температуры реликтового излучения, полученный в эксперименте WMAP (2010 г.). Подгонкой к нему теоретических спектров определяют основные параметры космологических моделей.

странства наблюдаемой области Вселенной практически равна нулю (колебания около нуля в определениях разных авторов обусловлены погрешностями экспериментальных данных), то есть геометрия трехмерного пространства в больших масштабах является евклидовой. Попытки установить ее на основе астрономических наблюдений продолжались фактически со времени публикации работы Фридмана в 1922 году.

История определения величины постоянной Хаббла столь же продолжительна – она началась еще в 1929 году. На протяжении нескольких

десятков лет второй половины XX века ее величина по определениям разных авторов попадала в диапазон 50-100 км/с/Мпк. Такая большая неопределенность создавала проблемы для космологии и астрофизики, поскольку приводила к неопределённым другим величинам (возраста Вселенной, например). Поэтому ключевой задачей для Космического телескопа имени Хаббла (КТХ), выведенного на орбиту в 1990 году, было уточнение значения этой постоянной. Задача была решена: на основе исследования цефеид и сверхновых звезд в далеких галактиках ее значение оказалось равно 70 ± 7 км/с/Мпк. Это стало большим достижением наблюдательной космологии. Но данные WMAP вместе с данными КТХ позволили определить ее с точностью $\sim 5\%$ (71 ± 4 км/с/Мпк). Соответственно был уточнен и возраст Вселенной – 13.7 ± 0.4 млрд. лет.

Точность, с которой определены важнейшие параметры мироздания на основе данных первого года наблюдений WMAP, еще недавно считалась недостижимой, поэтому, по мнению многих ученых, их публикация открыла эпоху прецизионной космологии. В 2007 году были опубликованы данные трехлетних наблюдений, а в 2009 году – пятилетних, в 2010 – семилетних. Последние подтвердили и уточнили результаты предыдущих измерений.

Принципиальное значение для астрофизики и физики элементарных частиц имеет определение состава Вселенной. И хотя природа «скрытых» компонент – темной материи и темной энергии, доминирующих по средней плотности – пока неизвестна, факт установления их существования и определения их плотностей имеет, несомненно, фундаментальное значение для физики, астрофизики и космологии. Согласно результатам 7-летних наблюдений WMAP, опубликованным в январе 2010 году, состав Вселенной по средней плотности таков: барионное вещество – $4.5 \pm 0.3\%$, холодная темная материя – $22.2 \pm 0.3\%$, темная энергия – $73.3 \pm 0.3\%$.

Полученные экспериментальные данные о температуре, энергетическом распределении и анизотропии реликтового излучения дают возможность строить теоретические модели очень ранней Вселенной, когда элементарные частицы и фотоны имели энергии значительно больше тех, которые достигнуты на крупнейших современных ускорителях. Таким образом, открытие и исследование реликтового излучения стало мостом, соединившим два «берега» науки о мире, в котором мы живем – космологию (науку о Вселенной как целом) и физику элементарных частиц и высоких энергий, которая изучает фундаментальные свойства материи в масштабах микромира.

Космическая обсерватория Планк. Космический аппарат WMAP девять лет измерял анизотропию реликтового излучения. За год или два будут опубликованы результаты рекордных по длительности непрерывных измерений анизотропии реликтового излучения. 19 августа 2010 года его ресурс был исчерпан (планировались наблюдения в течение только 3-х лет) и он прекратил измерения, а 8 сентября он был переведен из точки Лагранжа 2 на околосолнечную орбиту. Проект WMAP – один из самых успешных в истории исследований космоса. Свидетельством этого является то, что публикации данных WMAP занимают три первых места в списке самых цитируемых работ по физике и астрономии XXI века.

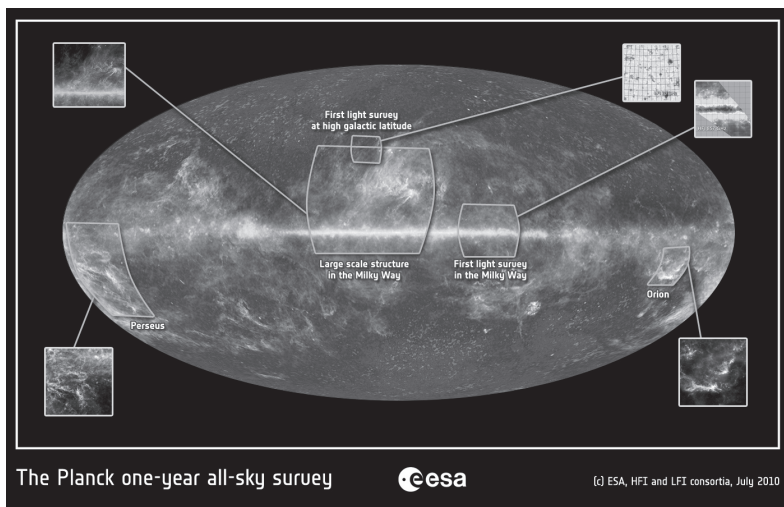


Рис. 3. Первая карта всего неба в микроволновом диапазоне, полученная космической обсерваторией Планк в июле 2010 года.

Карта флуктуаций температуры и поляризации ожидается в 2011 году.

WMAP передал эстафету европейской космической обсерватории Планк, названной в честь всемирно известного физика Макса Планка. Она начала сканирование неба в микроволновом диапазоне электромагнитного излучения 27 августа 2009 года, а в июле 2010 года уже была опубликована карта всего неба, построенная по данным Планка. Эта обсерватория, как и WMAP, находится вблизи точки Лагранжа 2, но приборы, установленные на ней, значительно совершеннее: измерения проводятся на девяти частотах в диапазоне 30-857 ГГц, приемники охлаждены до самой низкой удерживаемой сегодня температуры (0.1 К), чувствительность приемников в 5 раз выше, а пространственная разрешающая способность – в 3 раза лучше, чем у WMAP. С помощью телескопа Планк ученые надеются точнее определить космологические параметры, характеристики первоначального (послеинфляционного) спектра возмущений, содержание барионной и темной материи и другие фундаментальные параметры нашей Вселенной. Но главное, на что надеются исследователи – это выявление «отпечатков пальцев» реликтовых гравитационных волн, сгенерированных в инфляционную эпоху. Таким образом космическая обсерватория Планк позволит ученым заглянуть (хоть и косвенно) в то далекое время, когда наша Вселенная только зарождалась. Обсуждение результатов, полученных уникальным инструментом, будет также стимулировать дальнейшие исследования в этом направлении.

ГРАВИТАЦИОННЫЕ ЛИНЗЫ – КОСМИЧЕСКИЕ МИРАЖИ

А.А.Минаков, С.В.Сергеев

В 1979 году в астрономии и астрофизике произошло событие, которое можно смело поставить в один ряд с такими, как обнаружения квазаров (1960 год) и пульсаров (1967 год). В тот год была открыта первая гравитационная линза (ГЛ) – двойной квазар Q0957+561A,B [Walsh]. Небывалый ажиотаж вокруг этого события был связан не столько с экспериментальным подтверждением результатов общей теории относительности (ОТО), а и с появившейся возможностью определения (независимым способом) космологических расстояний и оценки масс (в том числе и невидимой составляющей) гравитирующих объектов. К настоящему времени количество обнаруженных гравитационных линз уже превалило далеко за сотню. С каждым годом количество обнаруженных ГЛ непрерывно растет, что связано с тем, что для их поиска и мониторинга подключились практически все крупнейшие наземные и космические инструменты в широком диапазоне длин волн. Дальнейшие исследования гравитационно линзированных квазаров (ГЛК) позволили оценить реальные возможности решения таких фундаментальных астрофизических задач, как поиск темной материи, возможность изучения с беспрецедентным угловым разрешением структуры источников излучения квазаров, и наконец, определения одного из важнейших космологических параметров – постоянной Хаббла.

Основу эффекта гравитационной линзы составляет отклонение луча света при его прохождении вблизи массивного гравитирующего объекта. Первая работа на эту тему появилась на свет более 200 лет назад. В 1804 году немецкий астроном Иоганн Георг Зольднер [Zoldner] опубликовал статью об отклонении луча света в гравитационном поле звезды. В то время метрическая теория гравитации еще не была известна, и распространение света рассматривалось в рамках ньютоновской механики как движение в поле тяготения материальной частицы (корпускулы) со скоростью, равной скорости света. Для луча света, проходящего вблизи края диска Солнца, Зольднер получил величину угла отклонения, равную $0,87''$. Интересно заметить, что спустя сто лет (1911) А.Эйнштейн получил в рамках создаваемой им теории относительности то же самое значение ($0,87''$). Группа астрономов во главе с Фрейндлихом заинтересовалась предсказаниями Эйнштейна и собралась провести измерения во время предстоящего солнечного затмения в Крыму в августе 1914 года. В связи с разразившейся Первой Мировой войной, астрономы были арестованы и обменены на граждан России, арестованных в Германии. В 1915 году появилась новая работа А.Эйнштейна, в которой была окончательно сформулирована Общая Теория Относительности (ОТО) и установлено, что реальное значение угла отклонения луча света, проходящего вблизи края диска Солнца, должно быть в два раза больше ($1.75''$), чем предсказывала ньютоновская теория. Новое значение было проверено в 1919 году по измерениям отклонения света вблизи солнечного диска во время солнечного затмения.

Термин линза, применительно к эффекту отклонения лучей света в поле тяготения, впервые использовал в 1919 году Лодж [Lodge], хотя он категори-

чески возражал против него. Его возражения сводились к тому, что свойства гравитационной линзы кардинально отличаются от свойств известной всем идеальной линзы. У гравитационной линзы, например, нет изолированного фокуса, а имеется бесконечная фокальная полуось. В 1920 году Эддингтон заметил, что эффект гравитационного линзирования может привести к образованию множественных изображений одного и того же источника. В 1924 году Хвольсон [Schwolson] опубликовал короткую заметку, в которой указал на возможность наблюдения кольцеобразного изображения источника. Это произойдет тогда, когда источник, линза и наблюдатель находятся на одной оси. В 1936 году А.Эйнштейн [Einstein] по просьбе чешского инженера Мандла рассмотрел фокусировку излучения источника-звезды полем тяготения сферически симметричной звезды-линзы (или точечной массой). Сделанные оценки дали плачевный по тем временам результат: угловое расстояние между изображениями оказалось слишком малым (порядка миллиардсекунды), чтобы быть наблюдаемым оптическим прибором. Таким образом, Эйнштейн пришел к выводу, что нет никаких шансов наблюдать такой феномен. Однако, уже в следующем году (1937) Цвики предложил, вместо линзы-звезды в Галактике использовать «внегалактическую туманность» (теперь называемую галактикой). Цвики заметил, что изображения, возникающие при линзировании удаленного источника полем тяготения галактики, могут уже быть разрешены наземными телескопами. Наблюдения такого эффекта, отметил он, предоставят дополнительную информацию для теста ОТО и позволят увидеть галактики на больших расстояниях (из-за эффекта усиления блеска), а также определять массы линзирующих галактик. В дальнейшем Цвики вычислил вероятность эффекта и сделал вывод что 1 из 400 удаленных источников может быть подвергнут линзированию полем тяготения близлежащей массы и, следовательно, можно с уверенностью сказать что туманность, выступающая в роли гравитационной линзы, будет найдена.

В 60-х годах XX столетия, Климов, Лайбес и Рефсдал, независимо друг от друга, сформулировали основу теории гравитационного линзирования. Они обратили внимание на такие возможные астрофизические приложения ГЛ-эффекта, как обнаружение материи на пути распространения света и определение параметров космологической модели Вселенной. Климов рассмотрел эффект линзирования галактики на галактике и пришел к выводу, что при будущих наблюдениях могут встретиться, например, кольцеобразные структуры. Лайбес [Liebes] рассмотрел случаи линзирования излучения звезды на звезде, звезды на скоплении звезд в Галактике, а также вероятность того, что звезда Галактики выступит в качестве линзы для звезд галактики Андромеды. Рефсдал [Refsdal] дал полное описание свойств точечной гравитационной линзы, а также ввел понятие временной задержки сигналов для двух изображений. Она непременно возникает вследствие имеющихся различий в длинах лучей света, приходящих от источника к наблюдателю. Рефсдал также заметил, что время распространения света вдоль траектории луча пропорционально размеру Вселенной. В результате, изучая кривые блеска множественных изображений источника, имеющего внутреннюю переменность, можно определить постоянную Хаббла.

Проявления эффекта гравитационного линзирования

Как уже отмечалось выше, в 1979 году была экспериментально обнаружена первая гравитационная линза [Walsh]. К настоящему моменту времени уже обнаружено более сотни кандидатов в ГЛ. Можно сказать, что по космическим меркам история ГЛ только начинается. В теории и наблюдениях принято разделять три вида гравитационного линзирования: *сильное*, *слабое* и *микролинзирование*. Первый термин обычно употребляют тогда, когда в результате фокусировки полем тяготения наблюдаются дугообразные, кольцообразные или даже несколько отдельных изображений одного и того же источника излучения. Слабым линзированием называется случай, когда в результате фокусировки происходят слабые деформации одного-единственного изображения источника. Они, как правило, сопровождаются с небольшими изменениями формы видимых изображений источников или их угловой ориентации. И, наконец, при микролинзировании в качестве гравитационных линз выступают звезды и планеты, населяющие массивные галактики. Несмотря на то, что массы микролинз на несколько порядков меньше массы всей галактики, своими полями тяготения они также создают “микро” линзовый эффект. Ниже, вкратце будет рассказано о каждом из перечисленных видов линзирования.

Сильное линзирование. Вначале 1979 года английские астрономы Уолш, Карсвелл и их американский коллега Вейман проводили наблюдения по отождествлению дискретных радиоисточников с оптическими звездобразными объектами. Они обнаружили пару квазаров, расположенных на угловом расстоянии всего лишь в 6 угловых секунд. Оказалось, что квазары имеют идентичные цвета, подобные спектры и одинаковые красные смещения $z=1.41$ (см. Рис. 1). Эти факты позволили предположить, что наблюдаются изображения одного и того же квазара, искаженного гравитационной линзой. Вскоре была обнаружена и гигантская эллиптическая галактика cD класса, производящая линзовый эффект. Она находилась между изображениями А и В, на угловом расстоянии 1" от компонента В и имела красное смещение $z=0.36$. Среди всех известных гравитационных линз двойной квазар Q0957+561 к настоящему времени изучен наиболее основательно. Наблюдения ведутся как с помощью наземных, так и космических инструментов, в широком диапазоне длин волн (от рентгеновского до радиодиапазона). Интенсивное излучение компонентов А и В в радиодиапазоне позволило, воспользовавшись радиоинтерферометрами со сверхдлинными базами, изучить тонкую структуру излучающих областей квазара. Для определения временной задержки сигналов, приходящих в точку наблюдения от изображений А и В, было проведено две серии по 10 дней непрерывных наблюдений (20-31 января 2000 года и 12-21 марта 2001 года). К наблюдениям были привлечены оптические те-

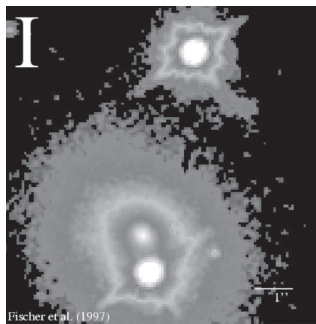


Рис. 1. Гравитационно линзированный квазар Q0957+561

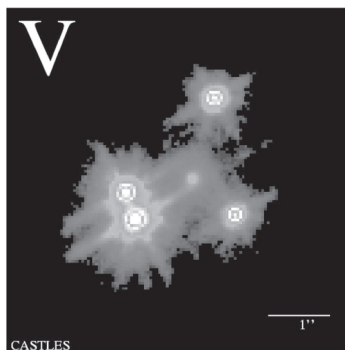


Рис. 2. Гравитационно линзированный квазар PG 1115+080

детальное изучение структуры показало, что наблюдаются все же два различных изображения, но они удалены друг от друга на незначительное расстояние (Рис. 2). Квазар имеет избыточное ультрафиолетовое излучение, и в голубой части спектра имеет блеск 15.84^m . Его красное смещение равно $z=1.722$. Обращает на себя внимание более сложная структура PG 1115+080, по сравнению с системой Q 0957+561. Кроме большого числа изображений, от первой ГЛС его отличает компактность – все три компонента уместились на небольшой площадке размером 2 угловые секунды. Такая “скупенность” объектов, да еще при условии значительного превышения потока излучения составляющей А над остальными, затрудняет фотометрический и спектральный анализ двух других компонентов (В и С) (сильный источник подавляет более слабые). Обнаруженная значительно позже линзирующая галактика, расположена между изображениями и имеет блеск порядка 18.3^m и красное

смещение $z=0.3$. Сильным аргументом в пользу линзового эффекта явилось обнаружение временных задержек между изменениями блеска трех компонентов.

Следующая ГЛ, известная как «Крест Эйнштейна» или линза Nuchra, является, пожалуй, одной из самых удивительных на сегодняшний день ГЛС [Nuchra] (см. Рис. 3). В 1984 году на Уипплской обсерватории (США) проводились наблюдения, сравнительно яркой (15^m) и недалеко расположенной ($z=0.039$) спиральной галактики Q2237+0305. Неожданностью для наблюдателей стало обнаружение в непосредственной близости от центра галактики яр-

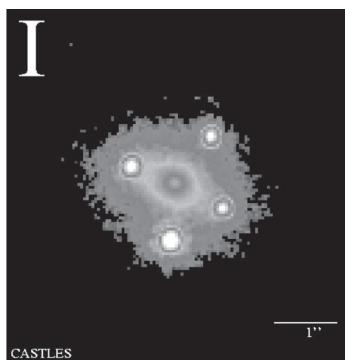


Рис. 3. Гравитационно линзированный квазар Q2237+0305

кого объекта, идентифицированного как квазар. Измерения красного смещения показали его значительную удаленность ($z=1.695$). Это означало, что два разных по своей природе объекта оказались примерно совмещенными с линзой наблюдатель – центр галактики – квазар, так что последний выглядел как бы частью галактики. В 1987 году на 3,6-м телескопе обсерватории Мауна-Кеа, квазар был разрешен на четыре звездообразных и близких по яркости объекта. Систему четырех изображений А, В, С, D характеризует высокая степень симметрии, что дало повод назвать эту систему “крестом Эйнштейна”. Расположение изображений квазара вблизи ядра галактики приводит к частым событиям *микролинзирования*, которое проявляется в хаотическом изменении блеска отдельных компонентов. Флуктуации блеска изображений вызываются звездами или другими компактными телами, непрерывно движущихся в галактике-линзе. При пересечении траекторий их движения с лучом наблюдатель–квазар, происходят “микро” фокусировки в их полях тяготения. Возникающие при этом вариации блеска макро изображений источника могут быть весьма значительными (достигать нескольких звездных величин), а их продолжительность – недели, месяцы и даже годы.

В 1987 году был открыт новый гравилинзовый феномен – радиокольцо – MG 1131+0454 [Hewitt] (см. Рис. 4). Из теории известно, что для возникновения кольцевых изображений необходимо выполнение нескольких условий. Во-первых, источник, линза и наблюдатель должны располагаться примерно на одной линии, а, во-вторых, источник излучения должен быть достаточно протяженным. Вероятность наблюдения кольцевой структуры тем выше, чем более протяженным является источник. Отсюда и понятно почему кольцевая структура была выявлена именно в радиодиапазоне (в радиодиапазоне источники излучения, как правило, имеют большие размеры, чем в оптике). Радиоисточник MG 1131+0454 стал первым удаленным объектом, кольцевое изображение которого было получено с помощью радиоинтерферометра VLA (Very Large Array – Очень Большая Решетка). Возможно, это событие так и осталось бы счастливым курьезом для наблюдателей, если бы в следующем 1988 году на той же системе VLA не была обнаружена еще одна кольцевая структура объекта MG 1654+1346 [Langston]. На сегодняшний день известно уже около десятка кольцевых изображений. Их анализ дает возможность исследователям более точно оценивать массы гравитирующих линз, включая и их невидимые составляющие.

В 1986 году двумя независимыми группами был открыт новый уникальный объект, также являющийся следствием гравитационного линзирования [Lynds]. В

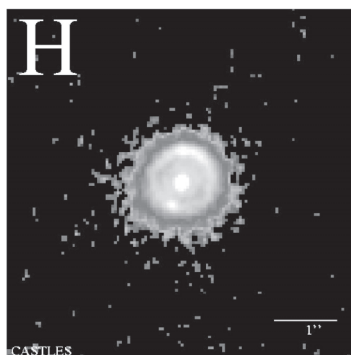


Рис. 4. Гравитационно линзированный квазар B1938+666

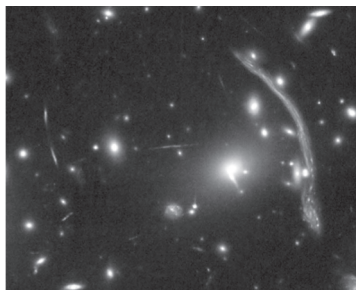


Рис. 5. Скопление галактик Abell 370.
Copyright: NASA, ESA, and the
Hubble SM4 ERO Team & ST-ECF

скоплении галактик Abell 370 были выявлены сильно вытянутые дугообразные объекты (см. Рис. 5 [Soucail]).

Наблюдаемое экстремально большое отношение длины к ширине источника, было сложно интерпретировать в рамках существующих модельных представлений. Дальнейшие измерения красного смещения одного из дугообразных объектов выявило, что дуга находится на гораздо большем расстоянии, чем соответствующее скопление. Отсюда следовал вывод, что гигантские дуги – образы фоновых галактик, сильно искаженные гравитационным полем скопления. Необычайно большие угловые размеры светящихся дуг (более 20") свидетельствуют об огромных массах линз, создающих миражи. С гравитационно-линзовой точки зрения, по своей структуре и происхождению дугообразные миражи занимают как бы промежуточное положение между кратными объектами и кольцами. К настоящему моменту известно и детально исследовано с помощью космического телескопа им. Хаббла с десятком скоплений галактик, содержащих гигантские дуги. Среди них, кроме упомянутого скопления Abell 370, можно еще указать и на такие, как Cl 2244-02, Abell 2218, Abell 963, Cl 0024+16 и другие.

Слабое линзирование. Присутствующие вдоль трассы распространения света массы своими полями тяготения всегда приводят к искривлениям световых лучей. Однако, не всегда эффект отклонения лучей сопровождается появлением множественных изображений-миражей источников. Наиболее часто мы имеем дело с небольшими искажениями одного-единственного изображения (например, слегка меняются его истинная форма и ориентация). Эффект небольших деформаций изображений далеких источников близлежащими полями тяготения называется *слабым гравитационным линзированием*. Окружающее нас пространство пронизано всевозможными полями тяготения, которые всегда вызывают отклонения приходящих лучей света. Как результат, мы никогда не видим Вселенную в её первозданном виде, она всегда искажена, прежде всего эффектом слабого линзирования. Можно привести такой пример слабого линзирования, как искажения характеристик источников по всей небесной сфере, вносимые полем тяготения близкого к Земле Солнца. Ставится вопрос, а можно ли из такого “вредного” эффекта, как слабое линзирование, также получить какую-либо ценную информацию о распределении масс во Вселенной. Исследования последних лет дают положительный ответ. Для этого нужно проводить рутинный статистический анализ слабых деформаций изображений далеких источников по “большим” площадкам на небесной сфере. В результате такого анализа удастся обнаружить присутствие близлежащей массы и даже сделать оценки её величины.

В качестве фонового поля далеких источников можно использовать голубые (удаленные) галактики. Их пространственная плотность на одну угловую квадратную минуту достигает значений 50-100 штук [Schneider]. Роль гравитирующей массы может играть близлежащее массивное скопление галактик. Из данных наблюдений следует, что галактики распределены не равномерно. Они скапливаются вместе, образуя группы и даже целые скопления, состоящие из десятков и сотен ярких галактик. В популяциях скоплений доминируют галактики раннего типа (E и S0), то есть без активного звездообразования. В центре скопления часто находится очень массивная галактика cD типа. Галактики скоплений отличаются от нормальных эллиптических галактик тем, что имеют намного более широкий яркостный профиль – они самые массивные галактики во Вселенной. Соотношение между составляющими в общей массе скопления выглядит так: звезды составляют приблизительно 3%, межзвездное вещество – еще 15% и остаток, примерно 80%, – это темная материя. Если далекие галактики фона наблюдаются через близлежащие скопления галактик, то под действием линзового эффекта полей тяготения последних мы будем регистрировать искаженные изображения голубых галактик. Проводя статистический анализ деформированного изображения фона, можно получить ценную информацию о распределении масс в близлежащем скоплении. В силу вышесказанного, слабое линзирование иногда называют еще и *статистическим линзированием*.

В 1990-м же году впервые была обнаружена “когерентная” ориентация тысяч, слегка деформированных, фоновых галактик [Tyson], что явилось наглядным подтверждением эффекта “слабого” линзирования. Наблюдаемые искажения видимых изображений были использованы для получения

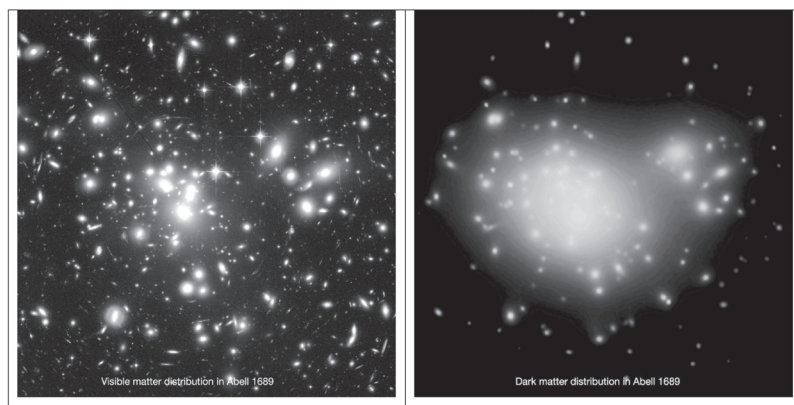


Рис. 6. Скопление галактик Abell 1689 расположенное на расстоянии $z=0.18$.

Слева изображение, полученное на космическом телескопе им. Хаббла.

Справа реконструкция распределения массы в скоплении.

Copyright: NASA, ESA, E. Jullo (JPL/LAM), P. Natarajan (Yale) and J-P. Kneib (LAM)

независимых оценок и построения карты распределения массы в близлежащем скоплении. В дальнейшем был обнаружен и еще один феномен слабого линзирования галактик на галактики. В 2000 году независимыми группами был проанализирован эффект слабого линзирования на крупномасштабной структуре распределения массы во Вселенной, так называемый космический сдвиг [Schneider]. Проведенные исследования заложили основы нового направления в наблюдательной космологии.

Микролинзирование. Впервые с понятием эффекта микролинзирования (ЭМЛ) наблюдатели столкнулись сразу же после обнаружения в 1979 году первой ГЛ Q0957+561A,B. Начавшийся мониторинг кривых блеска изображений показал, что они подвержены случайным вариациям. Чангом и Рефсдалом в том же 1979 году [Chang] было высказано предположение, что возможной причиной такого явления является линзовый эффект поля тяготения отдельной звезды галактики-линзы, “проехавшей” при своем движении поперек луча зрения. Дальнейшее развитие теория микролинзирования получила в работах Юонга [Young, 1981], Пачинского, Вамбсганса и др. [Paczynski, Wambsganss]. В настоящее время различают два “подвида” (ЭМЛ): *ближнее* и *дальнее микролинзирование*.

Ближнее микролинзирование осуществляется звездообразными объектами Галактики. Уже не одно десятилетие ученые пытаются выяснить, из чего же состоит гало Галактики. Анализ кривых вращения показывает, что масса гало должна быть в несколько раз больше наблюдаемой. Отсюда вытекает естественный вопрос, а где и в какой форме эта невидимая составляющая массы присутствует. Мнение исследователей разделилось. Одни считали, что скрытая масса состоит из протяженных неизлучающих газо-пылевых образований барионного вещества, экзотических, типа нейтрино или еще не обнаруженных сверхмассивных, частиц. Вторая же часть склонялась к мнению, что основная доля материи в гало сосредоточена в компактных образованиях, например, таких, как карликовые потухшие звезды или планетоподобные тела. Первым идею детектирования объектов малой массы в гало Галактики с помощью эффекта микролинзирования выдвинул в 1981 году Готт [Gott]. В 1986 году Пачинский поставил конкретный вопрос о наблюдательной программе по детектированию темной барионной материи гало Галактики. Суть предложения Пачинского состояло в следующем. Если какой-либо компактный невидимый объект, при своем перемещении в гало Галактики, приблизится к лучу света, идущего к земному наблюдателю от далекой звезды, то произойдет кратковременное усиление её блеска. Сделанные в свое время оценки показывали, что вероятность такого одиночного события микролинзирования чрезвычайно мала (одна миллионная в год). Для того чтобы детектировать несколько событий в год необходимо одновременно наблюдать несколько миллионов звезд-источников. Для поставленной цели идеально подходят такие объекты, как “Магеллановы Облака”, балдж, рукава Галактики, или даже галактика Андромеды. Вначале казалось почти невозможным одновременно регистрировать кривые блеска миллионов звезд почти в реальном времени. Тем не менее, первые результаты таких экспериментов были опубликованы тремя различными группами в 1993 году [Alcock].

Проект MACHO (Massive Compact Halo Object) основан на совместной работе ученых нескольких обсерваторий (Mt. Stromlo, Siding Spring, в Center for Particle Astrophysics в Санта-Барбаре, в Калифорнийских университетах Сан-Диего и Беркли), а также Национальной лаборатории Лоренса. Целью проекта является поиск массивных компактных объектов в гало Галактики, которые и дали название проекту. Для наблюдений специально была разработана система, состоящая из восьми ПЗС-матриц по 2048x2048 элементов в каждой. Система была смонтирована на 1.2 метровом телескопе в обсерватории Mt. Stromlo. Наблюдательный комплекс завершала современная (на то время) вычислительная техника, предназначенная для обработки большого количества данных (несколько гигабайт за ночь). Изображения получались в двух фильтрах, а общее количество обрабатываемых звезд в направлении Большого Магелланова Облака составляет 8 миллионов и 10 миллионов в направлении на балдж Галактики. Подробную информацию, а также ссылки на другие аналогичные проекты можно найти на сайте <http://www.macho.mcmaster.ca>.

Французский проект EROS (Experience de Recherche d'Objets Sombres) – своей основной целью ставил исследование темной материи гало Галактики в виде коричневых карликов и объектов MACHO, которые должны проявлять себя при микролинзировании излучения звезд-источников, расположенных в Магеллановых Облаках. В проекте участвуют астрономическая обсерватория Копенгагенского университета (Дания); институт астрофизики (Париж, Франция); университет Ла Серени, (Чили); ESO (Чили, Германия и др.). Проект начал свою работу в 1990 году в Чили на 40-см телескопе. Вторая стадия проекта началась в 1996 году. Наблюдения проводились уже на 1.5 метровом телескопе. Накопленный богатейший наблюдательный материал используется

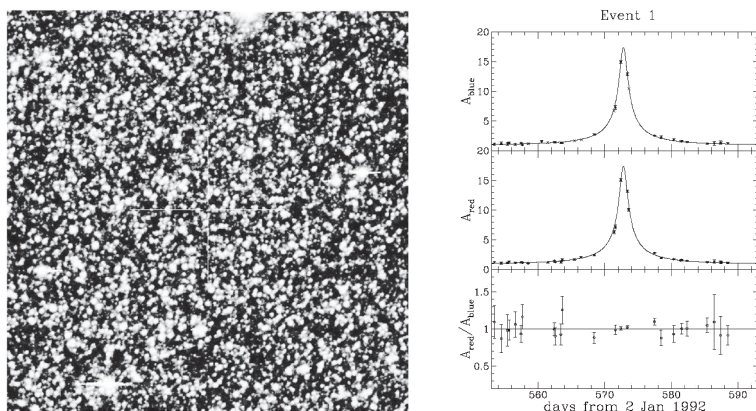


Рис. 7. Слева: пример изображения Большого Магелланова Облака. Справа: изменение блеска одиночной звезды в центре изображения, вызванное событием микролинзирования.

также и для исследования сверхновых и переменных звезд, спиральной структуры Галактики, а также собственных движений звезд.

Проект OGLE (Optical Gravitational Lens Experiment) был начат после высказанной Пачинским идеи о имеющейся возможности регистрации ЭМЛ в гало Галактики. Первая фаза проекта началась в 1992 году (OGLE-1) и продолжалась четыре года до 1995 года. На этом этапе для наблюдений был использован 1-метровый телескоп с ПЗС-камерой из 2048x2048 элементов. Наблюдения проводились на обсерватории Лас Кампанас в Чили. Во время наблюдений было зафиксировано 19 событий микролинзирования, включая линзирование двойными звездами. В 1994 году была введена в строй система раннего предупреждения событий микролинзирования EWS (Early Warning System). Эта система оказалась весьма эффективной, и в 1995 году с её помощью было зарегистрировано 6 случаев событий микролинзирования. В периоды, когда балдж был вне зоны наблюдений, проводились наблюдения по другим программам. Например, в 1992 году проводились наблюдения кластера галактик для поиска сверхновых, в 1993 году – кластера глобул и карликовых галактик в Скульпторе для поиска переменных звезд. В 1997 году во второй фазе проекта (OGLE-2) начались наблюдения на 1.3 метровом телескопе. Только за 2000 год было зафиксировано 78 событий микролинзирования. Каждую ночь проводился мониторинг 30 миллионов звезд в направле-

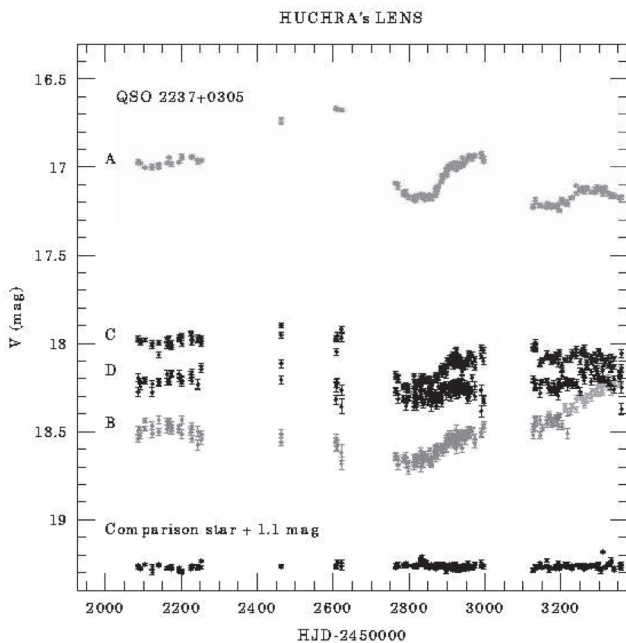


Рис. 8. Кривая блеска компонентов Q2237+0305

нии на балдж Галактики. Кроме поиска галактического микролинзирования, этой группой проводится также мониторинг Q2237+0305. Третья фаза проекта началась в 2001 году и продолжается до сих пор.

Дальнее микролинзирование. Впервые ярко выраженное событие *дальнего микролинзирования* было зафиксировано в гравитационной линзе Q2237+0305 (“крест Эйнштейна”) [Irwin]. Аналогичные эффекты наблюдаются также в других ГЛС, например, таких, как H1413+117 (“лист клевера”) и Q0957+561.

Повышенный интерес к событиям дальнего микролинзирования обусловлен, прежде всего, тем, что с его помощью можно с высочайшим разрешением изучать тонкую структуру излучающих областей квазара. Суть данного приложения эффекта микролинзирования состоит в следующем. Звезды, входящие в макролинзу – галактику, своими полями тяготения создают своеобразную “сеть” микрокаустик. В силу собственных движений микролинз-звезд, квазара и наблюдателя, периодически происходит пересечение квазаром одной из микрокаустик. В процессе такого события резко возрастает блеск видимого изображения. Увеличение блеска, обусловленное эффектом ЭМЛ, зависит от соотношения между угловыми размерами источника излучения – квазара и микрокаустики. Оно может достигать нескольких звездных величин с характерной шкалой времени от нескольких недель до нескольких лет, в зависимости от конкретной ситуации. По своей сути ЭМЛ есть не что иное, как известный в оптике и радиоастрономии эффект мерцаний. Кроме указанных следствий, ЭМЛ вызывает также еще и спектральные эффекты. Относительные искажения (или их отсутствие) профилей широких эмиссионных линий и континуума несут ценную информацию о тонкой структуре квазара. Параметры структуры излучающих областей квазара могут быть определены путем интерпретации спектральных наблюдений на основе физического моделирования конкретной гравитационной линзы.

Закончить короткую статью о гравитационных линзах – космических миражах Вселенной хочется словами известного физика-теоретика Т. Редже: “Мы находимся в преддверии новой эпохи в астрофизике, когда сведения о далеких галактиках будут получены путем исследования влияния их гравитации на свет, идущий от еще более далеких объектов”.

Список цитируемой литературы:

[Alcock] Alcock, C., Akerlof, C.W., Allsman, R.A., Axelrod, T.S., Bennett, D.P. Possible gravitational microlensing of a star in the Large Magellanic Cloud // *Nature*, – 1993. – Vol. 365, p. 621.

[Chang] Chang, K.; Refsdal, S. «Flux variations of QSO 0957+561 A, B and image splitting by stars near the light path» *Nature*, vol. 282, Dec. 6, 1979, p. 561-564.

[Chwolson] Chwolson O. “Über eine mögliche form fiktiver doppelsterne” // *Astron. Nachr.* – 1924. – 221, N 5300. P. 329-330.

[Colley] Colley W.N., Schild R. E., Abajas C, Alcalde D., Aslan Z., Barrera R., Dudinov V., Khamitov I., Kjersmo K., Lee H. J., Lee H. J., Lee M. G., Licandro J., Mediavilla D.M.E., Motta V., Munoz J., Oscoz A, Serra-Ricart M., Sinelnikov I, Stabell R., Teuber J., Zheleznyak A.. Around the clock observations of the Q0957+561A,B gravitationally lensed quasar// *Astroph. J.* – 2002. – Vol. 565, No 1. – P. 105-107.

[Einstein] Einstein, A., "Lens-like action of a star by the deviation of light in the gravitational field", *Science*, 84, 506, (1936).

[Gott] Gott J.R. "Are heavy halos made of low mass stars: A gravitational lens test" // 1981b, *Astrophys. J.*, v.243, № 1, p. 140-146.

[Hewitt] Hewitt, J. N.; Turner, E. L.; Schneider, D. P.; Burke, B. F.; Langston, G. I. "Unusual radio source MG1131+0456 – A possible Einstein ring" // *Nature* (ISSN 0028-0836), vol. 333, June 9, 1988, p. 537-540.

[Huchra] Huchra, J.; Gorenstein, M.; Kent, S.; Shapiro, I.; Smith, G.; Horine, E.; Perley, R. "2237 + 0305: A new and unusual gravitational lens" // *Astronomical Journal*, vol. 90, May 1985, p. 691-696.

[Irwin] Irwin, M.J., Webster, R.L., Hewett, P.C., Corrigan, R.T., Jedrzejewski, R.I.: 1989, *Astron. J.* 98, 1989, "Photometric variations in the Q2237+0305 system: first detection of a microlensing event".

[Langston] Langston, G. I.; Schneider, D. P.; Conner, S.; Carilli, C. L.; Lehar, J.; Burke, B. F.; Turner, E. L.; Gunn, J. E.; Hewitt, J. N.; Schmidt, M. "MG 1654+1346 – an Einstein Ring image of a quasar radio lobe" // *Astronomical Journal*, vol. 97, May 1989, p. 1283-1290.

[Lynds] Lynds, R., and Petrosian, V., "Giant luminous arcs in galaxy clusters", *Bull. Am. Astron. Soc.*, 18, 1014 (1986).

[Lodge] Lodge O. Gravitation and light // *Nature*. vol. 104, №2614 1919 p.354.

[Liebes] Liebes Jr., S. 1964, "Gravitational lenses" // *Phys. Rev.* 133, B835.

[Paczynski] Paczynski, B. "Gravitational microlensing of the galactic bulge stars" // 1991, *Astrophys. J.* 371, L63,

[Refsdal] Refsdal, S. 1964, The gravitational lens effect, *MNRAS* 128, 295.

[Soucail] Soucail, G., Fort, B., Mellier, Y., and Picat, J.P., "A blue ring-like structure in the center of the A 370 cluster of galaxies", *Astron. Astrophys.*, 172, L14-L16, (1987)

[Schneider] Schneider, Peter; van Waerbeke, Ludovic; Jain, Bhuvnesh; Kruse, Guido "A new measure for cosmic shear" // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 296, Issue 4, pp. 873-892.

[Schneider] Schneider, Peter; Kochanek, Christopher S.; Wambsganss, Joachim "Gravitational Lensing: Strong, Weak and Micro" // *Saas-Fee Advanced Courses*, Volume 33. 2006.

[Tyson] Tyson, J.A., Valdes, F., Wenk, R.A. "Detection of systematic gravitational lens galaxy image alignments: mapping dark matter in galaxy clusters": 1990, *Astrophys. J.* 349, L1-L4.

[Walsh] Walsh, D., Carswell, R. F., Weymann, R. J. Q0957+561 A, B – Twin quasistellar objects or gravitational lens // *Nature*, vol. 279, May 31, 1979, p. 381-384.

[Wambsganss] Wambsganss, J., Paczynski, B., Katz, N. "A microlensing model for QSO 2237 + 0305" // 1990, *Astrophys. J.* 352, 407.

[Weymann] Weymann, R. J.; Latham, D.; Roger, J.; Angel, P.; Green, R. F.; Liebert, J. W.; Turnshek, D. A.; Turnshek, D. E.; Tyson, J. A. "The triple QSO PG1115+08 – Another probable gravitational lens" // *Nature*, vol. 285, June 26, 1980, p. 641-643.

[Young] Young, P. "Q 0957+561: effects of random stars on the gravitational lens" // : 1981, *Astrophys. J.* 244, 756.

[Zoldner] Zoldner, J., Ueber die Ablenkung eines Lichtstrals von seiner geradlinigen Bewegung, durch die Attraktion eines Weltkörpers, an welchem er nahe vorbei geht // *Berliner Astronomisches Jahrbuch für das Jahr 1804*, 161-172, (1805).

БОЛЬШОЙ АДРОННЫЙ КОЛЛАЙДЕР

(в цифрах, фактах и прогнозах)

А.И.Жук

Есть что-то символическое в том, что идея Большого Адронного Коллайдера (БАК) была высказана в конце второго тысячелетия, а ее реализация пришлась на начало третьего тысячелетия. На рубеже тысячелетий БАК явился итогом развития научной и инженерной мысли человечества, аккумулирующим все самые передовые естественнонаучные идеи и знания. Если очень кратко сформулировать основную задачу БАКа, то она заключается в том, что БАК должен стать компасом, указывающим направление дальнейшего развития фундаментальных исследований. Грубо говоря, в настоящее время существует море теорий, как о строении вещества, так и о строении и эволюции Вселенной, и БАК должен помочь выбрать правильное направление в этом море.

Регулярно, с 2000-го года, бывая в ЦЕРНе (CERN, the European Organization for Nuclear Research) и наблюдая за строительством БАКа и началом эксперимента, я хочу кратко рассказать об основных задачах этого ускорителя, описать основные этапы строительства и параметры установок, а также о современном состоянии эксперимента. А началось мое знакомство с БАК с экскурсии, устроенной участникам первой конференции SAPP (Cosmology and Particle Physics) в Вербье в 2000 году. Нас привезли в ЦЕРН и повели в огромный павильон, где началась сборка самых больших в мире тороидальных магнитов, предназначенных для детектора ATLAS. На полу этого огромного цеха находился собранный магнит (тор, с размерами порядка 25мх5м), а на его поверхности лежали таблички, на которых на трех языках (английском, французском и русском) было написано: «По магниту не ходить!». Здесь я понял, что наших в ЦЕРНе много. Но обо всем по порядку.

ЦЕРН

ЦЕРН был основан в 1954 году на границе между Францией и Швейцарией в окрестностях Женеви. Первым идею о создании подобного центра высказал французский физик Луи де Бройль в декабре 1949 года на Европейской конференции

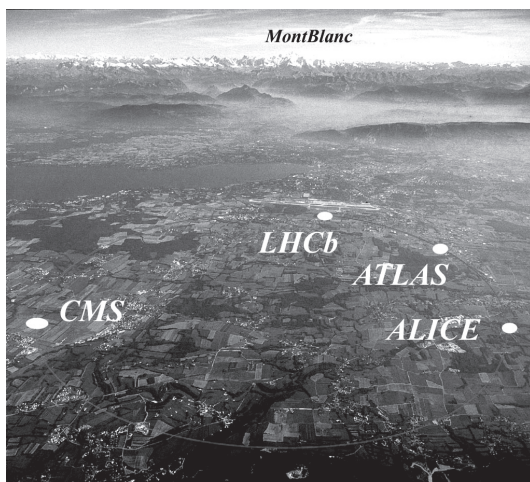


Фото 1. Общий вид территории и схематическое расположение детекторов на ускорительном кольце

по культуре в Лозанне. Официальное открытие ЦЕРНа произошло 29 сентября 1954 года после ратификации Конвенции по ЦЕРНу (июль, 1954) 12 странами основательницами: Бельгией, Данией, Францией, Федеративной Республикой Германии, Грецией, Италией, Нидерландами, Норвегией, Швецией, Швейцарией, Англией и Югославией (Югославия вышла из организации в 1961 году).

С 1959 года по 1999 год к странам-участникам присоединились: Австрия (1959), Испания (присоединилась в 1961, затем покинула в 1969 и снова присоединилась в 1983), Португалия (1985), Финляндия (1991), Польша (1991), Венгрия (1992), Чехия (1993), Словакия (1993) и Болгария (1999). Таким образом, в настоящее время 20 стран-членов. Кроме стран-участниц еще есть страны и организации, имеющие статус наблюдателя. Это – Европейская комиссия, Израиль, Индия, Россия, США, Турция, ЮНЕСКО и Япония.

Украина относится к странам-не-членам, имеющим с ЦЕРНом договоры о сотрудничестве. Такой договор был подписан в 1993 году, но долгое время официальные отношения были в стадии стагнации. Тем не менее, украинские ученые принимают участие в экспериментах CMS (через Объединенный Институт Ядерных Исследований, Дубна), ALICE и LHCb. Сейчас наблюдается определенная активность со стороны Украинской Академии Наук и Министерства образования и науки и обсуждается подписание нового протокола к договору 1993 года.

Среди наиболее важных открытий, сделанных в ЦЕРНе, можно выделить следующие:

1973: Открытие нейтральных токов с помощью пузырьковой камеры Гаргамель.

1983: Открытие W- и Z-бозонов в экспериментах UA1 и UA2.

1989: Определение количества сортов нейтрино в экспериментах на ускорителе LEP.

1995: Создание первых атомов антиматерии — атомов антиводорода в эксперименте PS210.

2001: Открытие прямого нарушения CP-симметрии в эксперименте NA48.

В 1984 году сотрудники ЦЕРНа Карло Руббиа и Симон ван дер Мер получили Нобелевскую премию по физике за работы, которые привели к открытию W- и Z-бозонов.

В 1992 году Нобелевскую премию по физике получил сотрудник ЦЕРН Жорж Шарпак «за изобретение и создание детекторов элементарных частиц, в частности «многопроволочной пропорциональной камеры».

Помимо открытий в области физики, ЦЕРН прославился тем, что в его стенах был предложен гипертекстовый проект World Wide Web (WWW) – Всемирная паутина.

Большой Адронный Коллайдер

Идея создания Large Hadron Collider (LHC), называемого в русскоязычной версии Большим Адронным Коллайдером (БАК), появилась на свет в начале 80-х годов. В это время еще даже не начал функционировать предшественник БАКА в ЦЕРНе – Большой Электрон-Позитрон Коллайдер (Large Electron Positron Collider – LEP), который работал с 1989 по 2000 год. Однако уже тогда ученые понимали, что для существенного прорыва требуются еще большие энергии, чем те, что можно достичь на LEP. Поэтому уже тогда родилась идея использовать 27 километровый тоннель LEP для построения в нем еще более мощной установки, работающей на встречных пучках протонов. Про-

ект получил названия Большого Адронного Коллайдера, так как протоны относятся к классу частиц, называемых адронами. Отправной точкой подготовки этого проекта считается симпозиум 1984 года, проходивший в Лозанне. В результате, проект БАК становится приоритетом для ЦЕРНа. Предварительные исследования, показывающие возможность создания и успешной работы сверхпроводящего ускорителя при чрезвычайно низких температурах, привели к тому, что этот проект был одобрен Советом ЦЕРНа в декабре 1994 года.

Основные этапы строительства

1998: Начало инженерных работ по проектам ATLAS и CMS и строительства 2-х шахт глубиной 60 метров для эксперимента ATLAS (расшифровка аббревиатур экспериментов дана ниже при их описании).

1999: Начато производство самых больших в мире тороидальных магнитов. Подписан договор о сотрудничестве между ЦЕРН и Международным Центром Науки и Технологии в Москве. Благодаря этому договору было произведено большое количество оборудования для LHC и эксперимента CMS.

2000: LEP, наибольший к тому времени ускоритель, прекратил свою работу и начался его демонтаж, чтобы освободить место для БАК. Доставили первые из 1232 дипольных магнитов.

2002: Доставлен первый октупольный корректирующий магнит. Помимо 1232 основных дипольных магнитов, которые искривляют траекторию протонов, и 400 фокусирующих квадрупольных магнитов, БАК должен быть оборудован 5000 корректирующими магнитами. Последняя часть LEP поднята на поверхность. За 14 месяцев из 27-километрового тоннеля было демонтировано и поднято на поверхность 40000 тонн оборудования. Завершена работа над самой большой в мире экспериментальной пещерой, предназначенной для ATLAS. За 2 года была вырыта пещера 35 м шириной, 55 м длиной и 40 м высотой.

2003: Опробована система передачи данных. Один терабайт данных послан из ЦЕРНа в Калифорнию на расстояние 10000 км за 1 час со скоростью 2.38 гигабит в секунду.

2004: Первый из 8 грандиозных тороидальных магнитов опущен в пещеру ATLAS.

2005: Закончено строительство пещеры для CMS, расположенной на глубине 100 м и имеющей 53 м в длину, 27 м в ширину и 24 м в высоту. Первый из 1232 сверхпроводящих дипольных магнитов (длина магнита 15 метров) опущен в тоннель. Система охлаждения достигла рабочей температуры в 1.9 K (-271.3°C).

2006: Начал функционировать Центр Контроля ЦЕРНа, объединивший комнаты контроля ускорителя и комнату контроля охлаждающей системы.

2007: Последний из сверхпроводящих магнитов опущен в тоннель. За 2 года было установлено в тоннеле 1746 магнитных систем.



Фото 2. Предшественник LEP и LHC – пузырьковая камера Гаргамель

2008: Установлены последние элементы детекторов ATLAS и CMS. В «Дни открытых дверей» 5-го и 6-го апреля в ЦЕРНе побывало 76000 посетителей. Это была последняя возможность посетить тоннель и 4 экспериментальные установки перед началом работы БАК.

Новейшая история БАК

10 сентября 2008 года. Первый пучок протонов прошел по кольцу по часовой стрелке. За несколько последующих дней энергию протонов увеличивают до 5 TeV.

19 сентября 2008 года. Авария из-за электрического соединения между магнитами в секторе 3-4. Электрический пробой привел к выбросу 6 тонн жидкого гелия в тоннель. Работа БАК остановлена.

Сентябрь 2008 – ноябрь 2009. Ликвидация последствий аварии и обновление системы безопасности.

30 ноября 2009. Устойчивая работа БАК при энергии 1.18 TeV на каждый пучок. Все экспериментальные установки регистрируют столкновения.

30 марта 2010. Первые столкновения при энергии 3.5 TeV на пучок (полная энергия 7 TeV), что является новым мировым рекордом.

Май 2010 – сентябрь 2010. Повышение светимости БАК при энергии 3.5 TeV на пучок. Это должно привести к увеличению числа столкновений и, соответственно, к более надежным экспериментальным данным.

БАК в цифрах

Точная длина ускорительного кольца 26659 м. Полное число магнитов внутри 9300. Охлаждательная установка является самым большим «холодильником» в мире. Все магниты вначале охлаждаются до -193.2°C (80 K) с помощью 10080 тонн жидкого водорода, а затем 60 тоннами жидкого гелия до -271.3°C (1.9 K), это ниже температуры в космосе.

Максимальная энергия протонов должна быть 7 TeV. То есть при столкновении встречных пучков относительная энергия протонов 14 TeV. При этом триллионы протонов должны пробегать ускорительное кольцо 11245 раз за секунду, имея 99.99% скорости света. Ожидается около 600 миллионов столкновений за секунду.

Чтобы избежать столкновения с молекулами газа, на пути пучка создается давление, как в космосе: 10^{-13} атм., что в 10 раз ниже, чем на Луне.

Объем данных, получаемых на экспериментах в БАК за год, будет соответствовать 100000 двойных DVD дисков. Чтобы позволить тысячам ученых по всему миру анализировать эти данные в течении 15 лет (ожидаемое время работы БАК), десятки тысяч компьютеров, расположенных в разных точках планеты, объединены в вычислительную сеть, получившую название Grid.



Фото 3. Предшественник ЛHC – одна из высокочастотных ускорительных полостей, использовавшаяся в LEP

Основные экспериментальные установки

В Большом Адронном Коллайдере пучки протонов (ионов для ALICE) пробегают ускорительное кольцо по двум трекам в противоположных направлениях параллельно друг другу, и только в детекторах их пути пересекаются, приводя к столкновениям. Существуют 4 основных детектора: ATLAS, CMS, LHCb и ALICE. Вот их краткое описание.

ATLAS

ATLAS (A Toroidal LHC Apparatus) является одним из основных детекторов БАК. Его основные задачи заключаются в поиске бозона Хиггса, дополнительных измерений, частиц темной материи и суперсимметричных партнеров обычных частиц. ATLAS состоит из 6 различных детектирующих подсистем, позволяющих идентифицировать частицы и измерять их энергии и импульсы. Отличительной характеристикой ATLAS являются огромные тороидальные магниты, искривляющие траектории заряженных частиц, что позволяет измерять импульсы этих частиц. На ATLASе работают около 3000 ученых из 174 институтов 38 стран. ATLAS имеет 46 м в длину, 25 м в ширину, 25 м в высоту и весит 7000 тонн.



Фото 4. Система криогенных установок для детектора ATLAS

CMS

CMS (Compact Muon Solenoid) аналогичен по своим задачам ATLASу. Однако для достижения этих задач CMS использует совершенно другие технические решения и совершенно отличный дизайн детектирующей магнитной системы. CMS детектор построен вокруг огромного соленоидного магнита. Магнит имеет форму цилиндрической катушки, состоящей из витков сверхпроводящих кабелей, генерирующих магнитное поле в 4 тесла, что в 100000 раз сильнее магнитного поля Земли. В работе CMS принимают участие около 3000 ученых из 183 институтов 38 стран. Например, Украина представлена учеными из Харькова: Институт монокристаллов НАН Украины, Харьковский физико-технический институт НАН Украины и Харьковский Национальный Университет. CMS имеет 21 м в длину, 15 м в ширину, 15 м в высоту и весит 12500 тонн.

LHCb

LHCb (Large Hadron Collider beauty) специализируется на исследовании реакций с участием *b* кварка (beauty quark) для определения разницы в поведении материи и антиматерии. Это даст возможность понять почему мы живем во Вселенной, почти полностью заполненной материей и лишь небольшой долей антиматерии. Вместо того, чтобы окружать точку столкновения замкнутыми детекторами, LHCb эксперимент использует последовательность параллельных детекторов, предназначенных для детектирования частиц, направленных, в основном, вперед. Первый



Фото 5. Globe – экскурсионно-выставочное здание ЦЕРН с дипольным магнитом LHC на переднем плане

детектор расположен близко к точке столкновения, а остальные идут друг за другом на общем расстоянии 20 м. В работе LHCb принимают участие около 700 ученых из 52 институтов 15 стран, в том числе из Харьковского физико-технического института НАН Украины и Киевского института ядерных исследований НАН Украины. LHCb имеет 21 м в длину, 13 м в ширину, 10 м в высоту и весит 5600 тонн.

ALICE

ALICE (A Large Ion Collider Experiment) предназначена для исследования кварк-глюонной плазмы. Предполагается, что именно в таком состоянии находилась Вселенная вскоре после Большого Взрыва. Для создания кварк-глюонной плазмы по ускорительному кольцу БАК разгоняются ионы свинца, которые сталкиваются в установке ALICE. В результате столкновений достигается температура в 100000 раз горячее, чем в ядре Солнца, что должно создать условия для возникновения кварк-глюонной плазмы. В работе ALICE принимают участие более 1000 ученых из 111 институтов 31 страны, в том числе из Харьковского физико-технического института НАН Украины, Харьковского научно-исследовательского технологического института приборостроения и Киевского института теоретической физики НАН Украины. ALICE имеет 26 м в длину, 16 м в ширину, 16 м в высоту и весит 10000 тонн.

Основные цели и задачи БАК

БАК построен, чтобы помочь ответить на ключевые, нерешенные вопросы физики элементарных частиц. С другой стороны, при тех энергиях, которые предполагается достичь на БАК, вполне могут быть открыты эффекты, о которых мы сейчас даже и не подозреваем.

В настоящее время господствующее положение в физике элементарных частиц занимает, так называемая, Стандартная модель. Однако она имеет ряд нерешенных проблем. Одна из таких проблем – это появление массы у частиц:

– Почему частицы имеют именно такие массы, которые мы наблюдаем на экспериментах?

– Почему некоторые из частиц вообще не имеют массы?

На этот вопрос хорошо отвечает механизм, предложенный английским физиком Питером Хиггсом в 1964 году. В этом механизме критическую роль играет частица, получившая название бозона Хиггса. Однако до сих пор эту важную частицу не удалось обнаружить. Причина заключалась в том, что энергии частиц в предыдущих ускорителях были недостаточно высокими, чтобы родить этот бозон. Однако БАК как раз обладает энергиями, достаточными для таких процессов. Одна из основных задач БАКа (эксперименты ATLAS и CMS) заключается в обнаружении бозона Хиггса.

Согласно современным наблюдениям, 96% энергии-массы во Вселенной составляют темная энергия и темная материя, которые с обычной материей взаимодействуют гравитационным образом. Однако до сих пор не понятно ни происхождение, ни природа этих темных составляющих. Одна из гипотез предполагает, что темная материя – это суперсимметричные партнеры обычных частиц. Такие суперсимметричные частицы предсказаны теорией суперсимметрии, выходящей за рамки Стандартной модели. На экспериментах ATLAS и CMS будет предпринята попытка обнаружения этих частиц.

Другой нерешенной проблемой является абсолютная асимметрия между материей и антиматерией в нашей Вселенной. Вселенная заполнена материей, а антиматерия практически не наблюдается. Что привело к такой асимметрии? Эксперимент LHCb должен помочь ответить на этот фундаментальный вопрос.

Согласно модели Большого взрыва, спустя несколько микросекунд после взрыва Вселенная была заполнена кварк-глюонной плазмой. Это очень интересное состояние вещества, когда кварки находятся в почти свободном состоянии. Для понимания эволюции Вселенной на ранних этапах ее развития очень важно знать свойства такой плазмы. На эксперименте ALICE предполагается воссоздать условия возникновения кварк-глюонной плазмы и изучить ее свойства.

Сейчас предложен целый ряд теорий, предсказывающих существование дополнительных пространственных измерений (к наблюдаемым нами 3-м пространственным измерениям). Например, М-теория, суперструнные теории имеют наиболее самосогласованный вид в моделях с числом пространственных измерений большим, чем 3. Если это так, то дополнительные измерения могут приводить к нарушению закона сохранения энергии-импульса в нашем 3-мерном пространстве (за счет передачи части энергии-импульса в дополнительные измерения). В многомерных теориях каждая обычная частица имеет бесконечный спектр массивных партнеров, называемых Калуцы-Клайновскими частицами. Они возникают за счет возбуждения соответствующих полей в дополнительных пространствах. Обнаружение нарушения закона сохранения энергии-импульса или обнаружение Калуцы-Клайновских частиц может послужить косвенным доказательством существования дополнительных измерений. Все детекторы БАК ориентированы на поиск данных эффектов.

Почему не стоит бояться микроскопических черных дыр

Во-первых, микроскопическая черная дыра массой 1 TeV должна иметь гравитационный радиус, который на 16 порядков меньше, чем, так называемая, Планковская длина, при которой наступает предел применимости Общей теории относительности (ОТО). На меньших расстояниях должна применяться теория квантовой гравитации, которая на данный момент еще не построена. То есть с точки зрения ОТО, которая предсказывает появление черных дыр, мы вообще не имеем права рассматривать образование таких микроскопических объектов. Тем не менее, существует ряд теорий, например модели с дополнительными измерениями, где можно рассматривать процессы образования подобных микроскопических дыр. Однако обычно такие объекты являются чрезвычайно короткоживущими. Ну и самый главный аргумент в пользу безопасности ускорителей типа БАК заключается в том, что космические лучи, падающие на Землю с энергией в миллионы раз превосходящей 1 TeV, – это вполне рядовое событие. И за миллиарды лет существования Земли и Солнца никаких катастрофических явлений, связанных с возможным образованием микроскопических черных дыр, не произошло.

НОВОСТИ АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКИ

М.И.Рябов

Активность Солнца и погода на Земле. Новый 24-солнечный цикл, который по уточненным данным начался в январе 2009 года, демонстрирует постепенно нарастающую активность. Вместе с тем Солнце, по мнению английских астрономов, входит в затяжную стадию низкой активности, которая продлится несколько десятилетий. Это означает, что новый цикл активности будет не столь высокий. Заключение ученых сделано на основе изучения метеорологических и астрономических данных о состоянии Солнца, в первую очередь, размеров и числа солнечных пятен за последние 350 лет. Такой период “работы” Солнца, по словам ученых, характеризуется изменением траектории движения теплых воздушных масс в Северном полушарии. В результате северные районы Европы в предстоящие годы, – вплоть до 2050-го, – ожидают более суровые и холодные зимы, нежели на протяжении второй половины XX-го века.

Солнечная активность изменяет продолжительность дня. Исследователи из Парижского института геофизики и Международного института теории прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук по измерениям за последние 48 лет выявили связь между количеством солнечных пятен и амплитудой естественных полугодных колебаний длительности дня. Авторы пришли к выводу о том, что вариации амплитуды имеют 11-летний период, совпадающий с периодом магнитной активности Солнца. Основной причиной появления таких колебаний считается изменение ветрового режима – зональной, направленной вдоль параллелей, составляющей ветров. Над солнечными пятнами создается поток повышенного ультрафиолетового излучения, который нагревает стратосферу Земли и тем самым влияет на формирование ветров.

Получены изображения таинственных туннелей на Луне. Американский космический аппарат «Лунный разведчик» получил изображение таинственных туннелей на Луне, обнаруженных год назад японским космическим аппаратом «Кагуяя». Круглый провал диаметром в 65 метров и глубиной не менее 80 м обнаружен в «Океане Бурь». Аналогичный объект найден в «Море Мечты» на обратной стороне Луны. Интересно, что подобные объекты были найдены и на Марсе. Ученые полагают, что эти туннели являются входом в «лавовые трубки», образующиеся во время вулканических извержений. Под поверхностью Луны может быть целая система тоннелей, подобных тем, что обнаруживаются у земных вулканов. Если это подтвердится, то эти туннели могут раскрыть историю Луны и станут отличным местом для будущей «лунной базы».

Магнитные аномалии на Луне – место будущих поселений. Ранее полагалось, что Луна не имеет своего собственного магнитного поля, и будущие лунные базы будут подвергаться интенсивному воздействию потоков энергичных солнечных частиц. Группа ученых из Швеции, Индии, Швейцарии и Японии сообщила об обнаружении на обратной стороне Луны магнитной аномалии диаметром 360 км, обтекаемой частицами солнечного ветра. Вполне вероятно, что таких аномалий на нашем спутнике достаточно много. И хотя они слабее земных, тем не менее, способны обеспечить защиту будущим лунным поселениям. Точно такая же ситуация и на Марсе. Красная планета не имеет

своего собственного магнитного поля, но в последние годы обнаружено значительное число локальных «магнитных пятен» на ее поверхности.

Астероиды вблизи Земли. 8 сентября 2010 года, близко от Земли пролетели два астероида. Опасности столкновения с Землей не было. Астероид 2010 RX30, диаметром 15 метров, пролетел в 248 тыс. км от нас. А второй объект, RF 12 2010, диаметром 9 метров, прошел на расстоянии 78 тыс. км. Астероиды были обнаружены при помощи расположенного в американском штате Аризона телескопа «Catalina Sky Survey» (CSS). По состоянию на 12 сентября известно 1144 астероида, потенциально угрожающих Земле. Все они, за исключением описанных выше астероидов, пролетают от Земли дальше, чем находится Луна. Их размеры находятся в пределах от десятков метров до 5 км. Отметим, что глобальную катастрофу на Земле способно вызвать столкновение с астероидом диаметром более километра.

Как спастись от астероидной опасности? В США проводила свою работу 41-я ежегодная конференция Института лунных и планетарных исследований. Ученые из Ливерморской национальной лаборатории (США) показали, что для полного разрушения астероида диаметром в 1 км, способного привести к глобальной катастрофе, понадобится взрыв мощностью в 900 килотонн. В то же время моделирование такого события приводит к выводу, что фрагменты раздробленного астероида всего за несколько часов могут образовать новый крупный объект. Предполагается, что в будущем специалисты получат возможность изменять траекторию потенциально опасных астероидов. Однако такие, довольно хрупкие, объекты могут при подобном воздействии частично или полностью разрушиться. Так что проблема еще ждет своего решения.

Новые открытия на Меркурии. Европейский космический аппарат «Мессенджер», совершивший третий близкий пролет на расстоянии 228 км от Меркурия, сделал несколько новых открытий. Так, был изучен на его поверхности гигантский кратер диаметром 290 км, названный именем композитора Сергея Рахманинова. Этот кратер заполнен недавними вулканическими отложениями, что говорит о том, что вулканы на этой планете до недавнего времени были активны. Явления «космической погоды» на Меркурии, вызванные активностью Солнца, в 10 раз более мощные, чем на Земле. Во время прихода энергичных солнечных частиц в магнитосфере Меркурия накапливается огромная энергия, и это происходит в 50 раз чаще, чем на Земле! В 2011 году «Мессенджер» выйдет на постоянную орбиту вокруг Меркурия, и поток открытий наверняка возрастет.

Несостоявшиеся сенсации – «Деревья» и «Метеорит» на Марсе. Космический аппарат НАСА «Марсианский разведчик» прислал на Землю фотографии с поверхности Марса, на которых можно хорошо разглядеть так называемые «деревья». Изображения похожи на хвойные леса, прорастающие из дюн и холмов Марса. Оказалось, что такие необычные формы приняли песчаные дюны, покрытые тонким слоем замерзшей углекислоты или сухого льда в области, расположенной в 240 км от северного полюса планеты. «Деревья» появились в результате оползней, вызванных тающим весной на Марсе льдом. Не подтвердилась и сенсация об обнаружении метеорита на поверхности Марса. Марсоход «Opportunity» произвел бурение, и в его микроскоп стало видно, что это обломок марсианской породы. Марсоходы «Opportunity» и «Spirit» работают в разных областях Марса начиная с 2004 года. Планировалось, что миссия закончится за 90 дней, но их успешная работа продолжается уже ше-

стой год, и они преодолели расстояние в 24 км! «Spirit» застрял в песке в апреле 2009 года, а «Opportunity» продолжает работать.

Юпитер и планеты-гиганты защищают жизнь на Земле. В период ранней истории нашей Солнечной системы она была заполнена большим, чем сейчас, числом планет. Среди них были так называемые «сверхземли» – планеты по массе сопоставимые с Землей или в 10 раз больше. Большинство из них формировались на дальних окраинах Солнечной системы и имели неустойчивые орбиты. При их движении внутрь солнечной системы, где уже сформировалась Земля, они сталкивались с планетами-гигантами Юпитером, Сатурном, Ураном и Нептуном и тем самым предохраняли Землю от возможных катастроф. Методом моделирования астрономы посчитали, что Юпитер на ранней своей истории «поглотил» менее 10 «сверхземель». Итогом былых поглощений стало каменное ядро Сатурна, которое по массе в 15 раз больше Земли. В результате этих поглощений ось вращения Нептуна сильно наклонена к плоскости орбиты, а Уран и вовсе движется вокруг Солнца, лежа на боку.

Впервые получено изображение планеты у звезды, подобной Солнцу. Астрономы с помощью телескопа-гиганта «Gemini», обладающего зеркалом диаметром в 8 метров, впервые получили в инфракрасном диапазоне изображение планеты у звезды, похожей на Солнце. Эта звезда расположена на расстоянии 500 световых лет от Земли и находится в созвездии Скорпиона. Она намного моложе Солнца: её возраст составляет всего несколько миллионов против 5 миллиардов лет жизни Солнца. По оценкам учёных масса планеты в 8 раз превышает массу Юпитера, а диаметр её орбиты в 330 раз больше земной. Молодая планета достаточно горяча и ярко светит в инфракрасном диапазоне. Она всё ещё излучает тепло, запасённое во время стадии гравитационного сжатия при своем образовании. По этой причине, молодые, недавно родившиеся экзопланеты легче зарегистрировать. Со временем они остывают и становятся гораздо менее яркими. К настоящему времени обнаружено свыше 500 экзопланет у других звезд, а запущенный в 2009 году космический телескоп «Кеплер» «подозревает» наличие ещё 400 таких объектов. Однако пока среди экзопланет подавляющее большинство значительно больше Земли.

Космический рекорд – обнаружены звезды в 300 раз массивнее Солнца. До настоящего времени полагалось, что самые массивные звезды не могут превышать «порог» в 150 масс Солнца. В туманности «Тарантул», принадлежащей ближайшей к нам галактике «Большое Магелланово облако», расположенной от нас на расстоянии 150 тыс. световых лет, найдена звезда с массой в 265 масс Солнца! При своем рождении миллион лет назад эта звезда была в 320 раз массивнее Солнца, но, обладая мощным «звездным ветром», она стремительно теряет свое вещество. При этом каждые 20 тыс. лет от нее «улетает» одна масса Солнца! Время жизни таких звезд чрезвычайно короткое. Через миллион лет она взорвется как сверхновая звезда, и все ее вещество рассеется в окружающем пространстве. Подобные звезды очень редкие и формируются в плотных звездных скоплениях.

Теория «Большого взрыва» Георгия Гамова получает новые подтверждения: шаровые звездные скопления – «пришельцы» из других галактик. Наша Галактика «Млечный Путь» возникла 9 миллиардов лет назад. До настоящего времени оставалось загадкой, почему звезды в некоторых шаровых скоплениях имеют значительно больший возраст. На основе данных, полученных

космическим телескопом «Хаббл», удалось выяснить, что четверть всех шаровых скоплений в Млечном Пути – родом из других галактик! Астрономы провели анализ состава и возраста большого количества шаровых скоплений. В результате им удалось установить, что значительная часть из них сформировалась в карликовых галактиках, которые столкнулись с «Млечным Путем». На ранней стадии развития Вселенной в соответствии с теорией «Большого взрыва» появлялись карликовые галактики, а более крупные галактики сформировались позже за счет их слияния. Запущенная в 2009 году космическая обсерватория «Планк» позволит увидеть во всех подробностях процесс формирования в поле реликтового излучения «Большого взрыва» (произошедшего более 13 миллиардов лет назад) первых звезд и галактик нашей Вселенной.

Космическая обсерватория «Планк» получила полную карту Вселенной. Космическая обсерватория «Планк», выведенная на орбиту в августе 2009 года, передала на Землю первые результаты полного обзора неба на сантиметровых и миллиметровых радиоволнах. Именно на этих волнах светит так называемое реликтовое излучение, сопровождавшее «Большой взрыв», образовавший, по теории выдающегося ученого-одессита Георгия Гамова, всю Вселенную. Кроме яркой полосы Млечного Пути на карте видно то, что недоступно нашему глазу – распределение светящихся пыли и газа по всей Вселенной. В целом, задача миссии заключается в определении параметров Вселенной сразу после «Большого взрыва», определении «баланса» между видимой и темной материей на ранней стадии формирования Вселенной, а главное – регистрация реликтового гравитационного излучения, сформировавшего существующие в настоящее время галактики и их скопления. По сути, обсерватория «Планк» станет «машиной времени», которая позволит проникнуть в эпоху, когда все только начиналось. Эксперименты, проводимые на Земле на «Большом адронном коллайдере» (БАК), должны будут дополнить и уточнить эту картину. Интересно, где раньше и больше удастся узнать о тайнах рождения Вселенной? Возможно, ждать осталось не так долго.

20 лет эпохе космического телескопа «Хаббл». 24 апреля 1990 года с запуском космического телескопа «Хаббл» началась эпоха уникальных открытий в окружающей нас Вселенной. На основе данных наблюдений на телескопе диаметром 2.4 метра был определен возраст нашей Вселенной в 13.7 млрд. лет, наблюдения эффекта «гравитационного линзирования» показали наличие в каждой галактике «темной материи», а по все возрастающей скорости разбегания галактик определено, что причиной этого является предсказанное А.Эйнштейном существование «темной энергии». «Хаббл» подтвердил наличие сверхмассивных черных дыр в центрах галактик, получил данные о планетах у других звезд. Таким образом, прошедшие 20 лет стали непрерывной чередой смены наших представлений о многих объектах и процессах во Вселенной. Проведенная в 2009 году пятая экспедиция «Шаттла» для модернизации телескопа продлила его чрезвычайно успешную работу еще на десять лет.

Телескоп-гигант начнет новую эру открытий. Европейская Южная обсерватория (ESO) разрабатывает проект сооружения телескопа-гиганта с диаметром зеркала в 42 метра на горе Армазонес (3500 метров над уровнем моря) в Чили, где небо остается ясным 360 дней и ночей в году! Этот телескоп будет в 100 раз более чувствительным, чем существующие ныне телескопы с 10 и 8-ми метровыми зеркалами. Строительство телескопа начнется в декабре 2011 года, и уже к 2018 году

Европейский экстремально большой телескоп (ELT) будет введен в эксплуатацию. Этот телескоп совершит такую же революцию в астрономии, как телескоп Галилея, изобретенный 400 лет назад. В частности астрономы уверены, что ELT позволит получить высококачественные изображения спектра подобных Земле экзопланет и попытается обнаружить на них признаки жизни.

«Космическая регата» на старте. Преодолеть пространства Солнечной системы помогут космические парусники. Такие идеи разрабатываются и испытываются в России, Японии и США. Первый “парус” в космосе “Знамя” был установлен на станции “Мир” в феврале 1993 года. В августе 2004 года Япония успешно провела полномасштабное развертывание первого солнечного паруса. 18 мая этого года планируется запуск одной ракетой японского солнечного парусника «IKAROS» вместе с космическим кораблем «AKATSUKI» к Венере. После старта с Земли оба аппарата будут лететь самостоятельно. На борту 640-килограммового аппарата «AKATSUKI» множество различных камер и антенн. Они должны помочь ему добыть новые сведения об атмосфере нашей горячей соседки, о её вулканах и молниях, плавающих на разных высотах облаках. Цель полета аппарата «IKAROS» – демонстрация маневрирования и значительных изменений орбиты при помощи солнечного паруса диаметром 14 метров в ходе его полёта к Венере. Участие в «космической регате» примут США и Россия.

Советский луноход снова в работе. 17 ноября 2010 года исполнилось 40 лет уникальному событию – советская межпланетная станция «Луна-1» доставила на поверхность нашего спутника первого в мире самостоятельно передвигающегося робота с дистанционным управлением. «Луноход-1» весил 907 кг и планировался быть в работе 3 месяца. В режиме реального времени он управлялся командой из пяти человек из Центра дальней космической связи. В результате «Луноход-1» пропутешествовал по лунному «Морю Дождей» в течение 11 месяцев! Это стало настоящим триумфом советской космонавтики. В начале 2010 года «Луноход-1» вновь включился в работу совместно с аппаратом НАСА «Лунный разведчик», который получил прямое изображение «Лунохода-1». По полученным точным его координатам с Земли был направлен лазерный луч, который отразился от солнечных панелей «Лунохода-1». Такой метод «лазерного радара» позволяет найти расстояние до Луны с точностью до миллиметра, что позволяет определять сложные изменения лунной орбиты в системе «Земля-Луна».

Возвращение «Космического странника». 8 июня 2010 года жители Южной Австралии увидели яркий болид, пролетевший по небу. Однако это было не природное явление. Это было возвращение капсулы японского космического корабля «Hayabusa», впервые в истории космических полетов совершившего полет и посадку на поверхность астероида «Itokawa», захватившего образцы его вещества и доставившего его на Землю. Космический корабль стартовал с Земли в мае 2003 года, в сентябре 2005 года достиг астероида и исследовал его до января 2007 года, пролетая над ним и исследуя его характеристики. Астероид оказался рыхлым и неоднородным объектом, как бы склеенным из нескольких фрагментов. После старта с поверхности астероида с космическим кораблем несколько раз прерывалась связь, и более удивительным стало его возвращение.

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПЕРЕМЕННЫМ ЗВЕЗДАМ В ОДЕССЕ

И.Л.Андронов

Международная научная конференция «Variable Stars -2010» («Переменные звезды – 2010») состоялась 16-21 августа 2010 года на базе отдыха «Черноморка» Одесского национального университета им. И.И.Мечникова (ОНУ). Данная конференция является традиционной и проводится раз в четыре года. Первая всесоюзная конференция по переменным звездам на этой базе отдыха состоялась 30 лет назад в 1980 году под руководством выдающегося ученого, преподавателя, популяризатора науки члена-корреспондента Академии наук Украинской ССР Владимира Платоновича Цесевича (1907–1983), а в 1984 году состоялась конференция его памяти.



Следующая всесоюзная конференция «Переменные звезды» в Одессе, посвященная В.П.Цесевичу, состоялась в 1987 году. В дальнейшем конференции «Переменные звезды» проводились в 1993, 1997, 2001, 2005 годах. Кроме того, крупные секции по переменным звездам проводились в Одессе на ежегодных мемориальных и научных конференциях по родственной тематике, начиная с 1992 года. Подробнее об этих конференциях написано в предыдущих выпусках «Одесского астрономического календаря».

Основными направлениями научной конференции «Variable Stars -2010» были «Взаимодействующие двойные звезды» (с секцией «катаклизмические и симбиотические переменные»), «Пульсирующие переменные», «Эруптивные переменные», «Химический состав и эволюционный статус», «Открытие и классификация новых переменных», «Математическое моделирование переменных астрофизических объектов и процессов», «Переменные радио, рентгеновские и гамма источники», «Транзиты планет других звезд», «Малые телескопы в исследовании переменных звезд», «Новые методы и инструменты для астрофизических наблюдений».

Среди авторов 83 докладов, представленных на конференцию 2010 года, 185 астрофизиков Украины, России, Азербайджана, Белоруссии, США, Южной Кореи, Канады, Венгрии, Польши, Германии, Словакии, Чехии, Греции, Финляндии, Франции, Великобритании, Чили, Бразилии. Всего было представлено 24 обзорных, 36 устных и 23 постерных докладов.

Конференцию открыл директор НИИ «Астрономическая обсерватория» ОНУ С.М.Андриевский. Об истории конференций в Одессе рассказал В.Г.Каретников (ОНУ). И.Л.Андронов (ОНМУ) представил презентацию об основателе научной школы исследователей переменных звезд в Одессе В.П.Цесевиче и современных продолжателях этого важнейшего научного направления.

Научную часть конференции открыл Н.Н.Самусь (Москва) докладом о классификации переменных звезд в редактируемом им «Общем каталоге переменных звезд», об открытии новых переменных звезд на оцифрованных московских фотонегативах. Д.Тёрнер (Канада) рассказал о галактической калибровке зависимости «период-светимость» для цефеид и ее применении к шкале расстояний.

ний во Вселенной. В своем обзорном докладе, И.Л.Андронов (ОНМУ) привел наиболее яркие результаты, полученные за последние несколько лет в ходе исследований по координированной им программе «междолготная астрономия». Всего по программе исследовано около 1400 переменных звезд разных типов – катаклизмических, симбиотических, затменных, пульсирующих и новооткрытых, а результаты приведены в почти 400 публикациях, а с 1989 года С.В.Колесников (ОНУ) и Н.М.Шаховской (КрАО) проводят мониторинг группы катаклизмических переменных на крупнейшем в Украине телескопе им. Г.А.Шайна.

Секционные заседания открыл выпускник ОНУ Виталий Бреус, который представил результаты фотометрических наблюдений группы магнитных катаклизмических двойных систем – промежуточных полярнов, проведенных на телескопах обсерватории Цек-Маун, исследование изменений периода вращения белого карлика, а также результаты моделирования угловых размеров полости Роша и определения периода новой затменной двойной системы. Выпускница ОНУ Наталья Вирнина сообщила об открытых по собственным наблюдениям на обсерватории Цек-Маун, классифицированных и исследованных ею 50 новых переменных звезд разных типов, среди которых выделяются затменные двойные системы с существенным различием высот максимумов. Это интерпретировано наличием прямого столкновения аккреционного потока с оболочкой звезды-аккретора.

Четыре новых переменных звезды открыли Ким и др. (Корея). А.А.Литвинчова и Е.П.Павленко (КрАО) представили результаты фотометрического исследования активной «старой новой» звезды CP Ящерицы в ярком и слабом состояниях в 2006-2008 годах. А.В.Халевин (ОНУ) разработал на языке Java программу для картирования затмений катаклизмических двойных систем, а И.В.Соловьева (Одесса) применила эту программу к анализу наблюдений звезд типа SW Секстанта. Л.В.Глазунова и В.В.Назаренко (Одесса) представили результаты трехмерного компьютерного моделирования переноса вещества в затменных системах со звездным ветром от аккрецирующего компонента.

В обзоре Л.Сабадоша (Венгрия) рассмотрены проблемы согласования теоретического моделирования с результатами исследований зависимости «период-светимость» для цефеид. Д.Тёрнер (Канада) исследовал пульсирующую звезду HDE 344787, которая еще «более интересная», чем сама Полярная звезда, а в следующем своем докладе рассмотрел причины возникновения хаотического типа переменности в пульсирующих звездах.

С.М.Андреевский и В.В.Ковтюх представили КР Лебедя – долгопериодическую пульсирующую звезду типа RR Лиры с аномально высоким содержанием металлов. В обзоре В.П.Гринина (Пулково) рассмотрены циклические явления в молодых звездах и их интерпретация наличием маломассивных спутников. М.А.Погодин (Пулково) исследовал спектральную переменность звезды HD152478, Н.С.Измаилов (Баку) – звезды RY Тельца, ВР Тельца и АВ Возничего, А.В.Шаврина (Киев) – звезды с низким содержанием гелия HD 182255, В.А.Ющенко (Одесса) и др. – HD 91375, И.А.Усенко – группы цефеид. Периодограммный и всплеск-анализ полуправильного сверхгиганта Y Гончих Псов представили Л.С.Кудашкина (ОНУ) и И.Л.Андронов (ОНМУ). Спектральный анализ формы диска в KU Лебедя провели Т.Шиманский и С.Золя (Польша). Т.В.Мишенина и др. исследовали OU Gem – звезду типа BY Dra.

О.Барсунова, В.П.Гринин исследовали пульсации блеска уникальной двойной системы V718 Персея. Астросейсмологии был посвящены доклады А.Ткаченко, Г.Лемана (Германия) и Д.Е.Мкртчана (КрАО). Д.Бакланова и С.И.Плачинда (КрАО) рассмотрели переменность магнитного поля желтого гиганта Поллукс. В.Ф.Гопка и др. обсуждали природу магнитных пекулярных звезд как двойных. И.Л.Андронов (ОНМУ) привел обзор существующих систем классификации двойных звезд и отметил необходимость дополнения их с учетом открытий последних десятилетий. Д.Мкртчан и др. (КрАО) провели поиск экзопланет вблизи звезд-гигантов спектрального класса К.

Обзор Я.В.Павленко (Киев) посвящен моделированию спектров и определению химического состава холодных звезд. И.Ф.Малов (Москва) рассмотрел переменность пульсаров и других экзотических объектов – аномальных рентгеновских пульсаров (AXPs), источников повторяющегося мягкого гамма-излучения (SGRs) и радио транзиентов. Л.И.Мирошниченко (Москва) рассказал о содержании легких элементов в солнечной атмосфере по наблюдениям гамма-излучения.

И.Л.Андронов (ОНМУ) представил экспертную систему математического моделирования сигналов в общем случае неравномерного распределения аргументов и ее приложения к многообразной переменности звезд с характерным временем от долей секунды до десятилетий. Л.Л.Чинарова (АО ОНУ) применила эти методы для анализа переменности характеристик индивидуальных циклов пульсаций 173 полуправильных переменных звезд. В.Годловский (Польша) представил направления исследований в обсерватории в г. Ополе. Б.Вшолек и А.Кузьмич (Польша) сделали обзор спектральных семейств среди диффузных межзвездных полос.

Кроме научных докладов по исследованию переменных звезд, дополнительно были заслушаны доклады А.Г.Андросова (Одесский государственный областной архив) о ярких личностях – одесских астрономах «Обнаружение формулярного списка младшего ассистента Императорского Новороссийского университета астронома М.Васнецова», «Имперский титул А.Кононовича», «О дальнейших обнаруженных ранее и не исследованных фондах выдающихся ученых обсерватории».

К.И.Чурюмов (Киев) представил презентации о Генеральной ассамблее Международного астрономического союза в Бразилии, а также о космической миссии «Розетта» к комете Чурюмова-Герасименко.

Специально для участников конференции, был проведен концерт, на котором один из лучших бардов Одессы Вадим Ланда исполнил под гитару авторские песни.

С заключительным словом выступил Я.В.Павленко (Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины), который поблагодарил организаторов конференции и отметил плодотворную работу всех секций.

Статьи по докладам, представленным на конференцию, планируется опубликовать на английском языке в журнале “Odessa Astronomical Publications”, 2010, том 23. Сайт номера <http://oap23.pochta.ru>. Сайт конференции <http://uavso.org.ua?page=vs2010&lang=ru>, а фотогалереи участников представлены по Интернет-адресу <http://photo.online.ua/vs2010/>. Электронная почта конференции vs2010@online.ua.

ГАМОВСКАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА 2010 ГОДА

М.И.Рябов

10-я Гамовская школа-конференция «Астрономия на стыке наук – астрофизика, космология и гравитация, радиоастрономия, космомикрофизика, астробиология» проходила в курортном поселке Черноморка под Одессой с 23 по 28 августа 2010 года. Председателем Научного оргкомитета традиционно был Г.С.Бисноватый-Коган, его заместителями А.И.Жук и М.И.Рябов, членами Оргкомитета: С.М.Андриевский, Н.Г.Бочкарев, А.Г.Загородный, В.А.Иваница, В.Н.Мельников, А.А.Минаков, С.С.Москалюк, О.А.Литвиненко, П.И.Фомин, А.Д.Чернин, А.М. Черепашук, В.М.Шульга, Я.С. Яцкив, Herbert Mang.

Следует сказать, что созданная 10 лет назад Гамовская школа как бы «заполняла» промежутки времени, между Международными юбилейными Гамовскими конференциями произошедшими в 1994, 1999, 2004 и 2009 годах. Со временем рамки Гамовской школы расширились, и в ней стали принимать участие не только молодые ученые, но уже и состоявшиеся в науке астрономы и астрофизики. Одной из причин такой эволюции, видимо, стала широта тематики, когда можно было узнать, что наиболее интересно в «пограничных» областях науки. Первоначально в названии тематики школы была астрофизика, космология и астробиология. Затем добавилась радиоастрономия, как один из динамично развивающихся разделов современной астрофизики. Таким образом, логичным стало превращение Гамовской школы в школу-конференцию.

Среди организаторов проведения школы-конференции было большое число различных организаций: Одесский национальный университет им. И.И.Мечникова (ОНУ) и его НИИ «Астрономическая обсерватория», кафедра астрономии и кафедра теоретической физики, Радиоастрономический институт Национальной академии наук Украины (НАНУ), Институт теоретической физики НАНУ имени Н.Н.Боголюбова, Украинская астрономическая ассоциация (УАА), Евро-Азийское астрономическое общество (ЕААС), Российское гравитационное общество, Австрийско-украинский институт науки и технологии, Одесское астрономическое общество, Южный центр НАНУ.

В традициях Гамовской школы – посвящать свои заседания знаменательным событиям и юбилеям. В 2010 году работа школы-конференции была посвящена 145-летию со дня основания Одесского (в прошлом Новороссийского) национального университета им. И.И.Мечникова, 100-летию со дня рождения выдающегося математика, физика-теоретика, основателя научной школы по гравитации и теории относительности, академика АН УССР Алексея Зиновьевича Петрова, 160-летию со дня рождения профессора А.К.Кононовича (заведующий кафедрой астрономии и астрономической обсерватории Новороссийского университета в 1881–1910 годах) и 130-летию со дня рождения академика АН УССР, профессора А.Я.Орлова (директор Одесской астрономической обсерватории и заведующий кафедрой астрономии университета с 1912 по 1934 год).

Как видно, юбилей весьма значимые, и на каждой мемориальной сессии открывались новые, весьма поучительные страницы истории отечественной науки.

На мемориальной сессии с докладами выступили: В.Г.Каретников «Астрономия в истории Одесского (Новороссийского) университета – А.К.Кононович и А.Я.Орлов», главный библиограф Научной библиотеки им. Горького И.Э.Рикун рассказала о новых страницах истории семьи Г.А.Гамова в Одессе, М.И.Рябов – о «10-летию Гамовской летней молодежной астрономической школы», С.С.Москалюк и В.И.Жданов рассказали об академике А.З.Петрове и его научной школе.

По сути работа школы-конференции началась до ее открытия уже в день регистрации участников – 23 августа. На вечернем заседании выступил К.И.Чуриумов с докладом о космических миссиях к кометам и о Генеральной ассамблее МАС в Рио-де-Жанейро. Известно, что в 2014 году (в год следующей Мемориальной Гамовской конференции!) состоится встреча космического аппарата «Розетта» с кометой Чуриумова-Герасименко. Вообще, уже сложилась определенная традиция совпадения Гамовских школ и конференций со знаменательными космическими событиями: столкновением кометы Шумейкеров-Леви с Юпитером в 1994 году, запуском космического корабля «Розетта» в 2000 году. Сообщения об этих событиях по «горячим следам» представлялись в докладах К.И.Чуриумова. Надеемся, эта приятная традиция продолжится.

Мемориальная сессия была дополнена неожиданным докладом Алексея Пахомова из Московского университета дружбы народов, посвященном 100-летию со дня рождения известного одессита и писателя-фантаста, популяризатора науки, выпускника и преподавателя физического факультета Одесского университета Сергея Снегова. Автор доклада завершил свое выступление тем, что Одесса должна гордиться этим именем, и было бы справедливо установить мемориальную доску на доме, где он родился и учился. Действительно, большинство участников школы-конференции не помнило, либо забыло это имя. А ведь в 70-х годах прошлого века имя Сергея Снегова блистало среди прекрасной плеяды авторов отечественной фантастики, и его произведения переводились на десятки языков мира. Последний роман Снегова «Диктатор, или Черт не нашего бога» писатель не успел закончить. В этой книге читатель столкнется с фантастическими картинами разрушительной войны, бушующей в ином, сопряженном с нашим миром. Герой романа – скромный астрофизик Алексей Гамов (!) объявляет свою войну войне. Немыслимый поворот судьбы в сочетании с железной волей и недюжинным умом делают его военным диктатором Латании. Но, когда война завершена, преданы суду генерал и тюремщики, Гамов должен построить и Нюрнбергский процесс сопряженного мира, чтобы определить степень собственной вины. Интересно, что книга Снегова была написана в год реабилитации Георгия Гамова, которого Снегов как физик не мог не знать и, возможно, даже встречался с ним. Очевидно, астрономической и научной общественности Одессы необходимо предпринять шаги по увековечиванию памяти этого выдающегося писателя.

Каждая из прошедших ранее школ имела свою особенность. В данном случае в тематике появилось новое направление – «космомикрофизика». Наверно, к включению этого названия дело шло все предыдущие годы, поскольку круг научных интересов Георгия Гамова в значительной степени был в ядерной физике, а проблема, которая была поставлена этой секцией – решение вопросов природы и происхождения материи и темной энергии – самого Гамова, безусловно, очень вдохновило бы. Направление «космомикрофизика» отнесено Отделением физики и астрономии НАНУ к числу приоритетных, и

для Гамовской школы была особая честь проведения второго заседания этой секции в рамках ее программы. Руководителем этой секции является академик НАНУ В.М.Шульга, его заместителем – профессор А.А.Минаков, представляющие руководство этого направления в Украине.

Конференция проходила на оздоровительной базе Одесского национального университета в Черноморке, пленарные и секционные заседания проводились в конференц-зале пансионата «Совиньон», обеспеченным всем необходимым современным оборудованием, включая интернет. Школа-конференция получила финансовую поддержку программы «Космомикрофизика» Отделения физики и астрономии НАНУ. По количеству докладов, числу участников и географии их проживания 10-я Гамовская школа-конференция стала рекордной и приблизилась к статусу Международных Гамовских конференций!

В 2010 году в работе школы-конференции зарегистрировалось 83 ученых из 5 стран мира: из Украины – 49 человек, России – 29, Италии – 2, Молдовы – 2, Армении – 1. В конференции приняли участие представители различных научных школ Москвы, Санкт-Петербурга, Киева, Львова, Харькова, Днепропетровска и Одессы. Особенно приятным является то, что многие участники приезжают на школу почти каждый год и активно работают на ней. Работа школы-конференции была бы невозможной без поддержки ее постоянных участников и организаторов, таких как Г.С.Бисноватый-Коган, А.Д.Чернин, А.А.Минаков и другие.

Работа конференции и школы была организована следующим образом. В первой половине дня на пленарных заседаниях представлялись доклады по актуальным проблемам космологии, астрофизики, радиоастрономии и физике Солнца. Всего проведено 24 пленарных докладов-обзоров. На секционных заседаниях прочитано: 78 докладов, в том числе по секциям: космология, космомикрофизика и гравитация – 17, астрофизика – 18, радиоастрономия – 28, Солнце, Солнечная система и астробиология – 14. Следует отметить, что именно на этой школе стендовых докладов не было, и все доклады были устными! Ограниченные рамки этой статьи не позволяют выделить и отметить всех авторов обзорных и устных докладов. Важно, что школа-конференция состоялась благодаря высокой активности ее участников.

При подведении итогов работы участники школы-конференции отметили высокий уровень организации и высокую эффективность работы, благоприятные условия размещения на базе отдыха университета, содержательную культурную программу. Особую благодарность за поддержку нужно высказать председателю профкома ОНУ О.И.Вавиловой, директору базы отдыха «Черноморка» В.М.Лукьянову и всему персоналу базы отдыха. Слаженно и самоотверженно готовили и проводили школу-конференцию в условиях экстремальной летней жары члены Местного Оргкомитета А.А.Пилипенко, С.Л.Страхова, С.М.Меликянц, Л.Гугля, В.П.Олейник, Л.С.Кудашкина, Н.И.Кошкин, Б.А.Мурников, А.Д.Сухарев, С.А.Лукашук, М.Эйнгорн.

На заседании Научного Оргкомитета по завершении школы-конференции обсуждалась будущая тематика, включая работу секции по космомикрофизике – приоритетному направлению работы Отделения физики и астрономии НАНУ. Это направление в тематике школы-конференции продолжится и в будущем году. Определены сроки проведения работы 11-ой Гамовской школы-конференции, которая состоится в период с 22 по 27 августа 2011 года.

ОБЩЕСТВО АСТРОНОМОВ-ЛЮБИТЕЛЕЙ «АСТРОДЕС»

А.В.Ангельский

В апреле 2010 года исполнилось 10 лет с момента основания Одесского общества любителей астрономии, клуба «АСТРОДЕС» в Одессе. Начиналось это общество с ежемесячных собраний в помещении планетария одесского НИИ «Астрономическая обсерватория». Основное направление общества, конечно, — наблюдения небесных объектов. К сожалению, при городской засветке трудно что-либо увидеть, поэтому группа энтузиастов совершала, как правило, по выходным, загородные поездки на наблюдения. Постепенно инструментальная база общества росла, и начались трудности с транспортировкой оборудования к месту наблюдений.

Со временем, благодаря помощи дирекции обсерватории, у нашего клуба появилось пристанище, сначала только для хранения инструментов, а затем и для полноценных наблюдений на территории наблюдательной станции обсерватории в селе Маяки. Энтузиасты нашего общества за свои средства сделали капитальный ремонт пустующего павильона, оснастили его компьютеризированным инструментом, где проводят различные наблюдения до настоящего времени. Именно создание полноценной загородной базы, сделало коллектив нашего клуба таким сплоченным и дружным. Теперь не нужно так много времени для подготовки к наблюдениям, и появилась возможность иногда делать выезды даже по будням.

Но наш клуб не ограничивает себя только наблюдениями в Маяках. Регулярно совершаются выезды и встречи с другими обществами любителей Украины и других стран, совершаются, при первой возможности, экспедиции и в другие районы. Например, наблюдения полного солнечного затмения 2006 года в Турции, или организация обществом открытого слета любителей на Кинбурнской косе «Астросафари 2009-2010», активное участие в «Астрофесте 2005» и особенно «Астрофесте 2009» в Черноморке (пригород Одессы) и многое другое.

За время существования клуба были неоднократно проведены вечера тротуарной астрономии в нашем городе, во время которых, каждый желающий прохожий мог посмотреть в телескоп на красоты звездного неба. Члены нашего клуба помогают друг другу, обмениваются друг с другом опытом. Многие инструменты были сделаны своими руками. Заводская оптика требует подчас модернизации, что с успехом совершается умелыми астрономами-любителями. В целом за все время существования клуба получен огромный опыт фотографических и визуальных наблюдений разных небесных объектов и их обработка с помощью специализированных программ.

На торжественном собрании общества, посвященном 10-летию, поприветствовали коллег-любителей профессионалы астрономии, заместитель директора НИИ «Астрономическая обсерватория» Н.И.Кошкин, вице-президент Украинской астрономической ассоциации И.Л.Андронов, зачитали поздравление от президента Украинской ассоциации любителей астрономии, члена-корреспондента Национальной академии наук Украины К.И.Чурюмова. Присутствовали гости из Киева и Николаева, которые преподнесли «АСТРОДЕСУ» подарки. О достижениях клуба было сделано несколько докладов, которые подчеркнули самое главное, что произошло за всю десятилетнюю историю.

КОНФЕРЕНЦИЯ СЕКЦИИ АСТРОНОМИИ ОДЕССКОГО ОТДЕЛЕНИЯ МАЛОЙ АКАДЕМИИ НАУК

И.Л.Андронов

5-6 февраля 2010 года в помещении Планетария кафедры астрономии Одесского национального университета им. И.И.Мечникова (ОНУ) состоялась конференция секции астрономии одесского отделения Малой академии наук (МАН) при Областном гуманитарном центре внешкольного образования и воспитания (научный руководитель секции и председатель жюри – заведующий кафедрой “Высшая и прикладная математика” Одесского национального морского университета (ОНМУ) профессор И.Л.Андронов). Кроме него, традиционно, в составе жюри – научные сотрудники НИИ “Астрономическая обсерватория” ОНУ Л.С.Кудашкина и Л.Л.Чинарова, а также впервые Н.А.Вирнина (ОНМУ), открывшая более полусотни новых переменных звезд.

В работе конференции принял участие 21 юный астроном из Одессы и области. Доклады астрономической молодежной элиты выполнены в виде компьютерных презентаций и охватывали широкий круг актуальных проблем современной астрономии от малых планет Солнечной системы до планет других звезд, одиночных и двойных переменных звезд и структуры Вселенной. Задачи теоретического тура писали по одному из двух профилирующих предметов – математике или физике. Традиционно наиболее высокий уровень показали учащиеся Молодежной астрономической школы, которой руководит доцент В.И.Марсакова.

Электронный адрес Молодежной астрономической (субботней) школы таков <http://astroschool.chat.ru>, а телефон Астрономической обсерватории 7220396. Подробный отчет о конференции можно найти на сайтах: <http://uavso.pochta.ru>, <http://uavso.org.ua> и <http://photo.online.ua/man2010/>.

Дипломами третьей степени были награждены четверо участников. Де-вятиклассник из школы №101 Владислав Морозов сделал оценки блеска



полуправильной переменной звезды S Персея по фотографическим пластикам НИИ “Астрономическая обсерватория” ОНУ, а Анастасия Лысая (11 класс экономического лицея) определила параметры двойной системы по затменной кривой блеска. Антоний Мацишин (11 класс школы №40) искал ответ на вопрос, “угрожает ли Земле столкно-

вание с астероидом Апофис”. Илона Капука (11 класс ОНВК №13) изучала распределения характеристик планет других звезд.

Второе место завоевала десятиклассница школы №80 Наталья Гончар, которая рассмотрела закономерности расположения планет у других звезд.

Первое место заняла 11-классница лицея №53 София Гедзенко, которая в результате сканирования фотопленок с изображениями звездного неба исследовала переменность двух звезд в созвездии Геркулеса. Она представляла Одессу на всеукраинской конференции в Киеве в апреле 2010 года и заняла там третье место. Это было ее третье участие в ежегодных конференциях МАН. Кроме того, София была участницей группы активных молодых астрономов, которые под руководством В.И.Марсаковой и Л.С.Кудашкиной, посетили Польшу для участия в международной конференции.

Участникам конкурсных работ конференции в качестве памятного подарка от Одесской астрономической обсерватории были вручены экземпляры “Одесского астрономического календаря – 2010”.

Поскольку участвовать в конкурсах Малой академии наук разрешено лишь с 8 класса, самые младшие участники конференции оценивались наряду со взрослыми, но не могли претендовать на официальные места, и были награждены грамотами “за активное участие”. Пятиклассница Анна Андропова (школа №101) провела глазомерные оценки блеска пульсирующей переменной звезды (цефеиды) GN Лебедя по фотографическим пластинкам Астрономической обсерватории ОНУ, построила кривую блеска и определила параметры, а четвероклассник Роман Салецкий (частная школа “Гармония”) разработал проект марсианского календаря, учтя опыт Григорианского и Юлианского календарей для планеты Земля.

Отметим некоторую полезную информацию для участников будущих конференций. Конференции Малой академии наук проводятся ежегодно в три этапа. Районный конкурс проводится в начале декабря, по его итогам победитель (один от района) получает рекомендацию на областную конференцию. Отдельные рекомендации могут получить учащиеся молодежной астрономической школы и секции астрономии МАН. Далее рекомендованные участники представляют свои работы, которые проходят рецензию членов жюри, и только в случае положительного решения, имеют право участвовать на областном туре, который проходит обычно в первой половине февраля. Следует отметить необходимость собственного научного вклада в работу, поскольку “чистые” рефераты не должны допускаться к научной конференции. Необходимо, чтобы работа была хорошо оформлена и распечатана, была компьютерная презентация или распечатанные плакаты. Победитель областного тура рекомендуется на всеукраинский тур в Киеве, который проходит обычно в середине апреля.

И хотя не все выпускники секции астрономии МАН становятся студентами астрономического отделения физического факультета ОНУ (а зря), любовь к звездам способствует личностному росту в областях – математике, информатике, физике, риторике, философии и в других областях деятельности. Пожелаем же молодежной научной элите “найти свою звезду”.

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ АСТРОНОМИИ В 2011 ГОДУ

Б.А.Мурников

15 января – **100** лет со дня рождения Джея Гантера (1911–1994), американского астронома-любителя, исследователя астероидов. Много наблюдал сам, а для других наблюдателей издавал специальный бесплатный журнал “Tonight’s Asteroids”. В честь Гантера (**J. U. Gunter**) астероид №2136 получил имя Jugta.

19 января – **300** лет со дня рождения русского ученого-энциклопедиста Михаила Васильевича Ломоносова (1711–1765). Открыл атмосферу Венеры при ее прохождении по диску Солнца в 1761 году. Занимался также физикой комет, геофизикой и гравиметрией.

28 января – **100** лет со дня рождения Семена Яковлевича Брауде (1911–2003), известного советского и украинского радиоастронома. Ему в этом выпуске посвящен отдельный очерк.

28 января – **400** лет со дня рождения знаменитого польского астронома Яна Гевелия (1611–1687). Устроил в своем доме обсерваторию, в то время (до появления Парижской и Гринвичской) лучшую в Европе, причем точнейшие инструменты изготовлял сам. Много и плодотворно занимался селенографией, астрометрией, кометами (открыл 4 кометы). Созвездия Гончие Псы, Жираф, Ящерица, Малый Лев, Секстант, Единорог, Лисичка, Щит (первоначально Щит Собесского) впервые появились в его атласе «Уранометрия».

30 января – **100** лет со дня рождения Марии Пишмиш (1911–1999). В 1937 году стала первой женщиной, получившей степень доктора философии в Стамбульском университете. Затем работала в Гарварде, а, выйдя замуж за мексиканского математика Феликса де Ресильяс, переехала в Мехико и более 50 лет проработала в Мексиканском национальном университете (UNAM). Занималась кинематикой галактик, исследовала области ионизированного водорода, звездные скопления и планетарные туманности. Известен ее каталог, содержащий новые слабые южные скопления и планетарные туманности (каталог Pismis).

10 февраля – **100** лет со дня рождения крупного советского ученого, «главного теоретика космонавтики» Мстислава Всеволодовича Келдыша (1911–1978). Ему в этом выпуске посвящены два очерка.

11 февраля – **100** лет со дня рождения Карла Кинана Сейферта (1911–1960), известного американского астронома. Основные работы посвящены звездной и внегалактической астрономии. Подробно исследовал галактики, в спектрах ядер которых имеются эмиссионные линии. Такие галактики были названы сейфертовскими.

9 марта – **200** лет со дня рождения Алексея Николаевича Савича (1811–1883), известного русского астронома. Работал в Дерптской обсерватории (ныне обсерватория Тарту, Эстония), преподавал в Петербургском университете и других высших учебных заведениях столицы, в 1862 году стал академиком Петербургской АН. Работы посвящены движению комет, планет и их спутников, рефракции, гравиметрии, теории обработки наблюдений. Участвовал в нивелировке профиля между Черным и Каспийским морями, установившей разность их уровней, а также в гравиметрических работах от севера Финляндии до Измаила. Автор двухтомного «Курса астрономии».

11 марта – **200** лет со дня рождения Урбена Леверье (1811–1877), известного французского астронома. Преподавал в Политехнической школе и Парижском университете, был директором Парижской обсерватории. Известен открытием «на кончике пера» планеты Нептун в 1846 году. Исследовал взаимные возмущения планет и доказал устойчивость Солнечной системы. Переработанная им теория движения планет потом многие десятилетия применялась при составлении ежегодников. Показал, что смещение перигелия Меркурия не объясняется полностью влиянием известных планет, остающиеся 38" в столетие приписал возмущениям от еще не открытой интрамеркуриальной планеты (как известно, потом это объяснили на основе общей теории относительности).

13 марта – **230** лет назад (13.03.1781) Вильям Гершель «увеличил» размеры Солнечной системы вдвое, открыв планету Уран.

31 марта – **200** лет со дня рождения выдающегося немецкого химика и физика Роберта Бунзена (1811–1899). Вместе с Г. Кирхгофом он заложил основы спектрального анализа.

17 апреля – **90** лет со дня рождения известного американского астронома Хэролда Джонсона (1921–1980). Основные работы посвящены звездной фотометрии. В 1953 году совместно с У.Морганом и Д.Хэррисом создал трехцветную широкополосную фотметрическую систему U, B, V, которая вскоре обрела статус международного стандарта. Впоследствии Джонсон распространил свою систему на инфракрасную область, став одним из основателей инфракрасной астрономии. Открыл инфракрасный избыток в излучении квазара 3C 273.

29 апреля – **90** лет (1921) Корнелису де Ягеру, известному голландскому астроному. В 1945 году окончил Утрехтский университет, с которым связана вся его дальнейшая научная и преподавательская деятельность. Основные работы посвящены физике Солнца (теория образования фраунгоферовых линий, модели атмосфер Солнца и звезд, механизм солнечных вспышек), а также конструированию приборов для космических исследований небесных тел в ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах.

18 мая – **300** лет со дня рождения Руджера Бошковича (иначе – Руджеро Боскович, 1711–1787). Был разносторонним ученым – наблюдал солнечные пятна, прохождения Меркурия по диску Солнца, исследовал поверхность Луны, занимался также теорией комет, приливами, гравитационными аномалиями и теорией фигуры Земли, философией, оптикой телескопов. Его именем назван кратер в центральной части видимого полушария Луны.

3 июня – **100** лет со дня рождения Эвальда Рудольфовича Мустеля (1911–1988), крупного советского астрофизика. Ему посвящен отдельный очерк в этом выпуске.

10 июня – **110** лет со дня рождения Антонина Бечваржа (1901–1965), известного чешского астронома. В 1941 году основал и возглавил небольшую астрономическую обсерваторию на горе Скалнате Плесо (Словакия), на базе которой со временем был создан Астрономический институт Чехословацкой (ныне Словацкой) Академии наук. Наблюдал Солнце, кометы и метеоры, а с 1947 года начал составлять и издавать атласы звездного неба, получившие мировое признание. Его имя носят астероид 4567 и кратер на Луне.

16 июня – **120** лет со дня рождения Владимира Александровича Альбицкого (1891–1952), известного советского астронома. С 1915 года работал в

Одесской обсерватории, а с 1922 – в Симеизе. Основные работы посвящены определению лучевых скоростей звезд. При этом он открыл и исследовал несколько десятков новых спектрально-двойных систем, а вместе с Г.А.Шайном составил высокоточный каталог лучевых скоростей около 800 звезд. Наблюдал переменные звезды, открыл 9 астероидов.

9 июля – **100 лет** со дня рождения Джона Арчибальда Уилера (1911–2008), знаменитого американского физика-теоретика и космолога. Теория ядерного распада и термоядерного синтеза, гравитация, релятивистская астрофизика – основные направления его плодотворной научной деятельности. Ввел термины «черная дыра» и «кротовая нора». Является одним из создателей геометродинамики. В 1990 году выдвинул фундаментальную концепцию “it from bit” («все из бита»). Стоит процитировать: «... то, что мы называем реальностью, вырастает в конечном счете из постановки «да-или-нет»-вопросов и регистрации ответов на них при помощи аппаратуры; коротко говоря, что все физические сущности в своей основе являются информационно-теоретическими и что Вселенная требует нашего участия».

21 июля – **100 лет** со дня рождения Владимира Алексеевича Крата (1911–1983), известного советского астронома. Ему в настоящем выпуске посвящен отдельный очерк.

9 августа – **100 лет** со дня рождения Уильяма Альфреда Фаулера (1911–1995), выдающегося американского астрофизика. Сам и совместно с другими учеными получил фундаментальные результаты в области ядерной физики и астрофизики (расчеты протекания ядерных реакций, механизмы вспышек Сверхновых, ранний нуклеосинтез и т. д.). Еще в 50-е годы У.Фаулер, Ф.Хойл и супруги Бербидж опубликовали циклы работ по нуклеосинтезу и источникам звездной энергии, заложив фундамент современной ядерной астрофизики. В 1983 году У.Фаулер и С.Чандрасекар стали лауреатами **Нобелевской** премии.

13 августа – **150 лет** со дня рождения Герберта Холла Тернера (1861–1930), английского астронома. В 1896 году впервые применил целостат для наблюдения солнечной короны во время затмения, но более известен тем, что разработал точный метод определения астрономических координат по фотографиям (метод Тернера).

20 сентября – **90 лет** (1921) Гаждибеку Фараджуллаевичу Султанову. Организовал и возглавил Шемахинскую астрофизическую обсерваторию Азербайджана. Основные работы относятся к небесной механике и космогонии Солнечной системы. Анализируя гипотезу Ольберса о том, что астероиды – обломки гипотетической планеты Фазтон, показал, что одной планеты недостаточно, и что астероиды образовывались в течение длительного времени при последовательных распадах сравнительно крупных первичных тел.

6 октября – **80 лет** Рикардо Джаикони (1931), американскому астрофизiku. Внес огромный вклад в рентгеновскую астрономию, на протяжении почти всей ее истории создавая приемную аппаратуру в рентгеновском диапазоне, сначала для высотных ракет (в 1962 году его группа открыла первый рентгеновский источник за пределами Солнечной системы – Скорпион X-1), затем для спутников «Ухуру», «Эйнштейн», «Чандра». В 2002 году вместе с Р. Дэвисом и М. Кошибой получил **Нобелевскую** премию по физике.

6 октября – **100** лет со дня рождения Джеймса Каффи (1911–1999), американского астронома. Исследовал астероиды, много занимался фотометрией. Именем Каффи названы запатентованный им ирисовый фотометр, а также астероид №2334.

10 октября – **90** лет со дня рождения Самуила Ароновича Каплана (1921–1978), крупного советского астрофизика. Получил важные результаты в теории белых карликов (в частности, рассчитал их охлаждение), в динамике межзвездной среды (турбулентность, ударные волны), занимался межзвездными магнитными полями, теорией переноса излучения, проблемами генерации мощного радиоизлучения и ускорения частиц в космических источниках. Помимо многочисленных научных работ, написал ряд популярных книг, в том числе известную не одному поколению астрономов «Физику звезд».

13 октября – **100** лет со дня рождения Карла Августовича Штейнса (1911–1983). В довоенные годы, окончив Латвийский университет, работал в обсерваториях Кракова и Копенгагена, а с 1944 года – в Латвийском университете. Научные работы посвящены кометной космогонии (в частности, открыл законы диффузии комет), проблеме вращения Земли, астрономическому приборостроению.

22 октября – **500** лет со дня рождения Эразма Рейнгольда (1511–1553), немецкого математика и астронома. Составил точные астрономические таблицы (1551), исходные данные для которых были взяты из главного труда Коперника. Они использовались астрономами и моряками около 80 лет, на их данных основывалась календарная реформа папы Григория XIII. Красивый кратер на Луне, южнее Коперника, называется Рейнгольд.

23 октября – **100** лет со дня рождения Баграта Константиновича Иоанисани (1911–1985), создателя крупнейших советских телескопов. В этом выпуск ему посвящен отдельный очерк.

10 ноября – **150** лет со дня рождения Роберта Иннеса (1861–1933), известного шотландского астронома. В 1896 году сэр Дэвид Гилл пригласил его работать в обсерваторию мыса Доброй Надежды. В 1903 году его назначили директором Трансваальской метеорологической обсерватории близ Йоганнесбурга, которую он постепенно оборудовал еще и телескопами (так возникла Union Observatory). Там он успешно продолжал исследования звезд (открыл 1628 новых звездных пар, более сотни переменных звезд, опубликовал каталоги южных двойных звезд). Сейчас мало кто знает, что ближайшую к Солнечной системе звезду (Proxima Centauri) называли еще «звездой Иннеса» – открытие 1915 года. Его имя носят кратер на обратной стороне Луны и астероид №1658.

22 декабря – **100** лет со дня рождения Гроута Ребера (1911–2002), известного американского радиоастронома. В середине 30-х годов построил в своем дворе первый параболический радиотелескоп. Подтвердил результаты Янского о радиоизлучении Млечного Пути на длине волны 1,8 м (Янский работал с $\lambda=14$ м). Несколько лет был единственным радиоастрономом на Земле, так как Янский с 1938 года занялся другими проблемами. В 1942 году опубликовал первую радиокарту неба. Исследовал вспышки солнечного радиоизлучения. Открыл радиоисточники с загадочным распределением энергии (нетепловые), которое потом объяснили синхротронным механизмом.

СРЕДА, 12 АПРЕЛЯ 1961 ГОДА

Фрагменты воспоминаний Ю.А.Гагарина о полете в космос

...Приближалось время старта. Вот-вот нас должны были отправить на космодром Байконур, расположенный на восток от Аральского моря в широкой, как океан, казахской степи. И все же я томился нетерпением, редко, когда ожидание было так тягостно. Я знал, что корабль, на котором предстояло лететь, получил название «Восток». Видимо, нарекли его так, потому что на востоке восходит солнце и дневной свет теснит ночную тьму, двигаясь с востока.



Ю.А.Гагарин

На космодром летело несколько космонавтов. Все могло случиться. Достаточно было соринке попасть в глаз первому кандидату для полета в космос, или температуре у него повыситься на полградуса, или пульсу увеличиться на пять ударов – и его надо было заменить другим, подготовленным человеком. Уезжающие товарищи были так же готовы к полету, как я. Старт должен был состояться точно в назначенный день и час, минута в минуту. Вместе с нами на космодром ехали несколько специалистов и врач.

На космодроме нас ждали. Там мы встретили многих знакомых специалистов и Главного Конструктора. Прибыл на космодром и Теоретик Космонавтики – так мы между собой называли видного советского ученого, под руководством которого составлялись сложнейшие расчеты космических рейсов. Он все время находился вместе с Главным Конструктором. Я знал, что для этих людей никогда не наступит покой. Они всегда будут искать новое, всегда дерзать. Только творческое содружество этих двух корифеев советской науки, больших коллективов ученых и инженеров, объединенных их единой смелой мыслью, могло породить космический корабль, определить ему надежный путь вокруг планеты с возвращением на Землю.

Все на космодроме, куда мы прилетели перед стартом «Востока», вызывало восхищение и восторг. Здесь хотелось ходить с обнаженной головой, держа фуражку в руке. Рационально расположенные наземные установки для запуска космических ракет и наблюдения за ними в полете, может быть, еще более сложны, чем сам космический корабль.

Время убыстрило свой бег. Наступил предполетный день. Нам дали полный отдых. Работал магнитофон, успокаивающая тонкая музыка тихо струилась вокруг. Вечером мы сыграли партию на бильярде. Игра продолжалась недолго. Ужинали вдвоем: доктор и нас двое. Уже несколько дней мы питались «по-космически», выдавливая из тюбиков в рот вкусную, питательную пищу. О полете разговоров не было, говорили о детстве, о прочитанных книгах, о будущем. Беседа велась в шутилом тоне, мы весело подтрунивали друг над другом. Никаких сомнений ни у кого не оставалось.

Зашел Главный Конструктор. Как всегда, внимательный, добрый. Ничего не спрашивая, сказал:

— Через пять лет можно будет по профсоюзной путевке летать в космос.

Мы расхохотались. Наше самочувствие понравилось ему, и он, мельком взглянув на ручные часы, быстро ушел. Я не уловил в нем и тени тревоги. Он был уверен во мне так же, как был уверен в себе.

Врач наклеил на мое тело семь датчиков, регистрирующих физиологические функции. Довольно долгая, не особенно приятная процедура, но я к ней привык: ее проделывали с нами не один раз во время тренировок.

В 21 час 50 минут Евгений Анатольевич проверил кровяное давление, температуру, пульс. Все нормально — давление: 115 на 75, температура: 36,7; пульс: 64.

— Теперь спать,— сказал он.

— Спать? Пожалуйста,— покорно ответил я и лег в постель.

Вместе со мной в комнате на другой койке расположился Космонавт Два. Уже несколько дней мы жили по одному расписанию и во всем походили на братьев-близнецов. Да мы и были братьями: нас кровно связывала одна великая цель, которой мы отныне посвятили свои жизни.

После обычной физзарядки и умывания завтрак из туб: мясное пюре, черносмородиновый джем, кофе. Начались предполетный медицинский осмотр и проверка записей приборов, контролирующих физиологические функции. Все оказалось в норме, о чем и был составлен медицинский протокол. Подошла пора облачаться в космическое снаряжение. Я надел на себя теплый, мягкий и легкий комбинезон лазоревого цвета. Затем товарищи принялись надевать на меня защитный ярко-оранжевый скафандр, обеспечивающий сохранение работоспособности даже в случае разгерметизации кабины корабля. Тут же были проверены все приборы и аппаратура, которыми оснащен скафандр. Эта процедура заняла довольно продолжительное время. На голову я надел белый шлемофон, сверху — гермошлем, на котором красовались крупные буквы: «СССР».

Одним из снаряжающих меня в полет был заслуженный парашютист Николай Константинович, обучавший космонавтов сложным прыжкам с парашютом. Его советы были ценны: ведь он уже несколько раз катапультировался из самолетов с креслом, подобным установленному в космическом корабле и также снабженным специальным парашютным устройством. Это было тем более важно, что по программе первого космического полета для большей надежности на случай посадки корабля на не совсем удобной для этого площадке был принят вариант, при котором на небольшой высоте космонавт катапультировался с борта корабля и затем, отделившись от своего кресла, приземлялся на парашюте. Корабль же совершал нормальную посадку.

Пришел Главный Конструктор. Впервые я видел его озабоченным и усталым — видимо, сказалась бессонная ночь. И все же мягкая улыбка витала вокруг его твердых, крепко сжатых губ. Мне хотелось обнять его, словно отца. Он дал мне несколько рекомендаций и советов, которых я еще никогда не слышал и которые могли пригодиться в полете. Мне показалось, что, увидев космонавтов и поговорив с ними, он стал более бодрым.

— Все будет хорошо, все будет нормально,— сказали мы с Космонавтом Два одновременно.

Люди, надевавшие на меня скафандр, стали протягивать листки бумаги, кто-то подал служебное удостоверение — каждый просил оставить на память автограф. Я не мог отказать и несколько раз расписался.

Подошел специально оборудованный автобус. Я занял место в «космическом» кресле, напоминавшем удобное кресло кабины космического корабля. В скафандре есть устройства для вентиляции, к ним подаются электроэнергия и кислород. Вентиляционное устройство было подключено к источникам питания, установленным в автобусе. Все работало хорошо.

Автобус быстро мчался по шоссе. Я еще издали увидел устремленный ввысь серебристый корпус ракеты, оснащенной шестью двигателями общей мощностью в двадцать миллионов лошадиных сил. Чем ближе мы подъезжали к стартовой площадке, тем ракета становилась все больше и больше, словно вырастая в размерах. Она напоминала гигантский маяк, и первый луч восходящего солнца горел на ее острой вершине.

Погода благоприятствовала полету.

Небо выглядело чистым, и только далеко-далеко жемчужно светились перистые облака.

— Миллион километров высоты, миллион километров видимости, — услышал я. Так мог сказать летчик.

Нетерпение росло. Люди поглядывали на хронометры. Наконец доложили, что ракета с кораблем полностью подготовлена к космическому полету. Оставалось только посадить космонавта в кабину, в последний раз проверить все системы и произвести запуск.

Я подошел к Председателю Государственной комиссии — одному из хорошо известных в нашей стране руководителей промышленности и доложил:

— Летчик старший лейтенант Гагарин к первому полету на космическом корабле «Восток» готов!

— Счастливого пути! Желаем успеха! — ответил он и крепко пожал мне руку. Голос у него был не сильный, но веселый и теплый, похожий на голос моего отца.

Я глядел на корабль, на котором должен был через несколько минут отправиться в небывалый рейс. Он был красив, красивее локомотива, парохода, самолета, дворцов и мостов, вместе взятых. Подумалось, что эта красота вечна и останется для людей всех стран на все грядущие времена. Передо мною было не только замечательное творение техники, но и впечатляющее произведение искусства.

Перед тем, как подняться на лифте в кабину корабля, я сделал заявление для печати и радио. Меня охватил небывалый подъем всех душевных сил. Всем существом своим слышал я музыку природы: тихий шелест трав сменялся шумом ветра, который поглощался гулом волн, ударяющих о берег во время бури. Эта музыка, рождаемая во мне, отражала всю сложную гамму переживаний, рождала какие-то необыкновенные слова, которые я никогда не употреблял раньше в обиходе.

— Дорогие друзья, близкие и незнакомые, соотечественники, люди всех стран и континентов! — сказал я. — Через несколько минут могучий космический корабль унесет меня в далекие просторы Вселенной. Что можно сказать вам в эти последние минуты перед стартом? Вся моя жизнь кажется мне сейчас одним прекрасным мгновением...

Я вошел в кабину, пахнущую полевым ветром, меня усадили в кресло, бесшумно захлопнули люк. Я остался наедине с приборами, освещенными уже не дневным, солнечным светом, а искусственным. Мне было слышно все, что

делалось за бортом корабля на такой милой, ставшей еще дороже Земле. Вот убрали железные фермы, и наступила тишина. Я доложил:

– «Земля», я – «Космонавт». Проверку связи закончил. Исходное положение тумблеров на пульте управления заданное. Глобус на месте разделения. Давление в кабине – единица, влажность – 65 процентов, температура – 19 градусов, давление в отсеке – 1,2, давление в системах ориентации нормальное. Самочувствие хорошее. К старту готов.

Технический руководитель полета объявил полуторачасовую готовность к полету. Потом часовую, получасовую. За несколько минут до старта мне сказали, что на экране телевизионного устройства хорошо видно мое лицо, что моя бодрость радует всех. Передали также, что пульс у меня – 64, дыхание – 24.

Я ответил:

– Сердце бьется нормально. Чувствую себя хорошо, перчатки надел, гермошлем закрыл, к старту готов.

Все команды по пуску передавались также и мне.

Наконец технический руководитель полета скомандовал:

– Подъем!

– Я ответил:

– Поехали! Все проходит нормально.

Взгляд мой остановился на часах. Стрелки показывали 9 часов 7 минут по московскому времени. Я услышал свист и все нарастающий гул, почувствовал, как гигантский корабль задрожал всем своим корпусом и медленно, очень медленно оторвался от стартового устройства. Гул был не сильнее того, который слышишь в кабине реактивного самолета, но в нем было множество новых музыкальных оттенков и тембров, не записанных ни одним композитором на ноты и которые, видимо, не сможет пока воспроизвести никакой музыкальный инструмент, ни один человеческий голос. Могучие двигатели ракеты создавали музыку будущего, наверное, еще более волнующую и прекрасную, чем величайшие творения прошлого.

Начали расти перегрузки. Я почувствовал, как какая-то непреодолимая сила все больше и больше вдавливает меня в кресло. И хотя оно было расположено так, чтобы до предела сократить влияние огромной тяжести, наваливающейся на мое тело, было трудно пошевелить рукой и ногой. Я знал, что состояние это продлится недолго, пока корабль, набирая скорость, выйдет на орбиту. Перегрузки все возрастали.

«Земля» напомнила:

– Прошло семьдесят секунд после взлета.

Я ответил:

– Понял вас: семьдесят. Самочувствие отличное. Продолжаю полет. Расчет перегрузки. Все хорошо.

Ответил бодро, а сам подумал: неужели только семьдесят секунд? Секунды длинные, как минуты. «Земля» снова спросила:

– Как себя чувствуете?

– Самочувствие хорошее, как у вас?

– С «Земли» ответили:

– Все нормально.

Многоступенчатая космическая ракета — сооружение настолько сложное, что его трудно сравнить с чем-либо известным людям, а ведь все познается путем сравнений. После выгорания топлива отработавшая свое ступень ракеты становится ненужной и, чтобы не быть обузой, автоматически отделяется и сбрасывается прочь, а оставшаяся часть ракеты продолжает наращивать скорость полета. Я никогда не видел ученых и инженеров, нашедших легкое и портативное топливо для двигателей советской ракеты. Но мне, взбирающемуся на ней все выше и выше к заданной орбите, хотелось в эту минуту сказать им спасибо и крепко пожать руки. Сложные двигатели работали сверхотлично, с точностью кремлевских курантов.

Одна за другой, используя топливо, отделялись ступени ракеты, и наступил момент, когда я мог сообщить:

— Произошло разделение с носителем, согласно заданию. Самочувствие хорошее. Параметры кабины: давление — единица, влажность — 65 процентов, температура — 20 градусов, давление в отсеке — единица, в системах ориентации нормальное.

Корабль вышел на орбиту — широкую космическую магистраль. Наступила невесомость — то самое состояние, о котором еще в детстве я читал в книгах К. Э. Циолковского. Сначала это чувство было необычным, но я вскоре привык к нему, освоился и продолжал выполнять программу, заданную на полет. «Интересно, что скажут люди на Земле, когда им сообщат о моем полете», — подумалось мне.

Невесомость — это явление для всех нас, жителей Земли, несколько странное. Но организм быстро приспосабливается к нему, испытывая исключительную легкость во всех членах. Что произошло со мной в это время? Я оторвался от кресла, повис между потолком и полом кабины. Переход к этому состоянию произошел очень плавно. Когда стало исчезать влияние гравитации, я почувствовал себя превосходно. Все вдруг стало делать легче. И руки, и ноги, и все тело стали будто совсем не моими. Они ничего не весили. Не сидишь, не лежишь, а как бы висишь в кабине. Все незакрепленные предметы тоже парят, и наблюдаешь их, словно во сне. И планшеты, и карандаш, и блокнот... А капли жидкости, пролившиеся из шланга, приняли форму шариков, они свободно перемещались в пространстве и, коснувшись стенки кабины, прилипали к ней, будто роса на цветке.

Все время пристально наблюдая за показаниями приборов, я определил, что «Восток», строго двигаясь по намеченной орбите, вот-вот начнет полет над затененной, еще не освещенной Солнцем частью нашей планеты. Вход корабля в тень произошел быстро. Мгновенно наступила крошечная темнота. Видимо, я пролетал над океаном, так как даже золотистая пыль освещенных городов не просматривалась внизу.

В 9 часов 51 минуту была включена автоматическая система ориентации. После выхода «Востока» из тени она осуществила поиск и ориентацию корабля на Солнце. Лучи его просвечивали через земную атмосферу, горизонт стал ярко-оранжевым, постепенно переходящим во все цвета радуги: к голубому, синему, фиолетовому, черному. Неописуемая цветовая гамма! Как на полотнах художника Николая Рериха!

9 часов 52 минуты. Пролетая в районе мыса Горн, я передал сообщение:

— Полет проходит нормально, чувствую себя хорошо. Бортовая аппаратура работает исправно.

Я сверился с графиком полета. Время выдерживалось точно. «Восток» шел со скоростью, близкой к 28000 километров в час. Такую скорость трудно представить на Земле. Я не чувствовал во время полета ни голода, ни жажды. Но по заданной программе в определенное время поел и пил воду из специальной системы водоснабжения. Ел я пищу, приготовленную по рецептам, разработанным Академией медицинских наук. Кушал так же, как в земных условиях; только одна беда — нельзя было широко открывать рот. И хотя было известно, что за поведением моего организма наблюдают с Земли, я нет-нет да и прислушивался к собственному сердцу. В условиях невесомости пульс и дыхание были нормальными, самочувствие прекрасное, мышление и работоспособность сохранялись полностью.

В мой комбинезон были вмонтированы легкие, удобные датчики, преобразовывавшие физиологические параметры — биотоки сердца, пульсовые колебания сосудистой стенки, дыхательные движения грудной клетки — в электрические сигналы. Специальные усилительные и измерительные системы обеспечили выдачу через радиоканалы на Землю импульсов, характеризующих дыхание и кровообращение на всех этапах полета. Так что на Земле знали о моем самочувствии больше, чем знал об этом я.

В 10 часов 15 минут на полете к африканскому матерiku от автоматического программного устройства прошли команды на подготовку бортовой аппаратуры к включению тормозного двигателя. Я передал очередное сообщение:

— Полет протекает нормально, состояние невесомости переношу хорошо.

Мелькнула мысль, что где-то там, внизу, находится вершина Килиманджаро, воспетая Эрнестом Хемингуэем в его рассказе «Снега Килиманджаро».

В 10 часов 25 минут произошло автоматическое включение тормозного устройства. Оно сработало отлично, в заданное время. За большим подъемом и спуск большой — «Восток» постепенно стал сбавлять скорость, перешел с орбиты на переходный эллипс. Началась заключительная часть полета. Корабль стал входить в плотные слои атмосферы. Его наружная оболочка быстро накалялась, и сквозь шторки, прикрывающие иллюминаторы, я видел жутковатый багровый отсвет пламени, бушующего вокруг корабля. Но в кабине было всего двадцать градусов тепла, хотя я и находился в клубке огня, устремленном вниз.

Невесомость исчезла, нарастающие перегрузки прижали меня к креслу. Они все увеличивались и были значительнее, чем при взлете. Корабль начало вращать, и я сообщил об этом «Земле». Но вращение, беспокоившее меня, быстро прекратилось, и дальнейший спуск протекал нормально.

В 10 часов 55 минут «Восток», облетев земной шар, благополучно опустился в заданном районе на вспаханном под зябь поле колхоза «Ленинский путь» юго-западнее города Энгельса, неподалеку от деревни Смеловка. Случилось, как в хорошем романе, — мое возвращение из космоса произошло в тех самых местах, где я впервые в жизни летал на самолете. Сколько времени прошло с той поры? Всего только шесть лет. Но как изменились мерила! В этот день я летел в двести раз быстрее, в двести раз выше. В двести раз выросли советские крылья!

Ступив на твердую почву, я увидел женщину с девочкой, стоявших возле пятнистого тельца и с любопытством наблюдавших за мной. Пошел к ним. Они направились навстречу. Но чем ближе они подходили, шаги их становились медленнее. Я ведь все еще был в своем ярко-оранжевом скафандре, и его необычный вид немножечко их пугал. Ничего подобного они еще не видели.

— Свои, товарищи, свои,— ощущая холодок волнения, крикнул я, сняв гермошлем.

Это была жена лесника Анна Акимовна Тахтарова со своей шестилетней внучкой Ритой.

— Неужели из космоса? — не совсем уверенно спросила женщина.

— Представьте себе, да,— сказал я.

— Юрий Гагарин! Юрий Гагарин! — закричали подбежавшие с полевого стана механизаторы.

Это были первые люди, которых я встретил на Земле после полета,— простые советские люди, труженики колхозных полей. Мы обнялись и расцеловались, как родные.

Я тщательно оглядел «Восток». Корабль и его внутреннее оборудование были в полном порядке; их можно было вновь использовать для космического полета. Чувство огромной радости переполняло меня. Я был счастлив от сознания того, что первый полет человека в космос совершен в Советском Союзе и наша отечественная наука еще дальше продвинулась вперед.

Солдаты выставили караул у космического корабля. Тут за мной прилетел вертолет со специалистами из группы встречи и спортивными комиссарами, которые должны были зарегистрировать рекордный полет в космос. Они остались у «Востока», а я направился на командный пункт этой группы для того, чтобы обо всем доложить Москве.

В эти волнующие первые часы возвращения на Землю из космоса произошло много радостных встреч со знакомыми и незнакомыми друзьями. Все было для меня близкими и родными. Особенно трогательным было свидание с Космонавтом Два, который вместе с другими товарищами прилетел на реактивном самолете с космодрома в район приземления. Мы горячо обнялись и долго от избытка чувств дружески тузили друг друга кулаками.

— Доволен? — спросил он меня.

— Очень,— ответил я,— ты будешь так же доволен в следующий раз...

Ему очень хотелось обо всем расспросить меня, а мне очень хотелось обо всем рассказать ему, но врачи настаивали на отдыхе, и я не мог не подчиниться их требованиям.

Мы все поехали на берег Волги, в стоявший на отлете домик. Там я принял душ, пообедал и поужинал сразу — на этот раз по-земному, с хорошим земным аппетитом.

После небольшой прогулки вдоль Волги, полюбовавшись золотисто-светлым небом заката, мы сыграли с Космонавтом Два на бильярде и, закончив этот удивительный в жизни день — двенадцатое апреля тысяча девятьсот шестидесят первого года,— улеглись в постели и через несколько минут уже спали так же безмятежно, как накануне полета.

АКАДЕМИК МСТИСЛАВ ВСЕВОЛОДОВИЧ КЕЛДЫШ К 100-летию со дня рождения

М.Я.Маров

Время несется стремительно, с годами набирая темп, и особенно остро это осознаешь по «круглым» датам — и собственным, и тех людей, современниками которых довелось быть, и которых больше нет рядом. Такое ощущение я вновь особенно остро испытал в преддверии 100-летия со дня рождения М.В.Келдыша.

Мне выпала в жизни счастливая возможность знать многих выдающихся людей, с которыми меня связывали долгие годы общения и плодотворного сотрудничества в решении сложных научно-технических проблем на заре космической эры. У многих из них я многому научился. Но, конечно, самую большую научную и житейскую школу я прошёл, тесно общаясь и работая в течение 17 лет под руководством Мстислава Всеволодовича Келдыша, которого называю своим Великим Учителем.

Мстислав Всеволодович был необычайно щедро одарен от природы, а его целеустремленность, работоспособность и полученное блестящее образование в математической школе Н.Н.Лузина, С.А.Чаплыгина, М.А.Лаврентьева позволили ему многократно развить эти уникальные способности. Удивительным образом он смог применить глубокие теоретические знания к решению целого ряда сугубо практических инженерных проблем, работая сначала в ЦАГИ им. Н.Е.Жуковского, а затем в НИИ-1 (ныне Научно-Исследовательский Центр им. М.В.Келдыша) и в Институте прикладной математики, носящем ныне его имя. Технические вопросы, наряду с проблемами развития самых актуальных направлений современной науки, неизменно оставались в поле его зрения, когда он на протяжении почти 15 лет возглавлял Академию наук СССР, будучи ее Президентом.

С именем М.В.Келдыша по праву связывают решение кардинальных вопросов аэродинамики при создании самолетов нового поколения, непосредственное участие в решении атомной проблемы, основополагающую роль в создании ракетно-космической техники и начале изучения и освоения космического пространства, в создании первых поколений ЭВМ и развитии вычислительной математики. Во всем этом воплотилось исключительное дарование М.В.Келдыша, удивительно емкое сочетание его творческого потенциала, интуиции, научного и организаторского таланта. Приходится только удивляться, как все это он успевал совмещать. Конечно, фундаментальной основой была математика, которая позволяла находить определенную общность в конкретных прикладных задачах. Актуальные технические задачи он неизменно считал высокой наукой и на их основе приходил к важным математическим обобщениям.

Его исключительной способностью было умение найти ключевые моменты в самой что ни на есть запутанной проблеме, проникнуть в суть явления и предложить оригинальное решение. Широчайший кругозор помогал ему быстро разбираться в вопросах, которые, на первый взгляд, были далеки от его профессиональных знаний. А что говорить о тех областях, которые ему были близки и где он схватывал все новое буквально на лету. Свидетелем таких ситуаций мне не раз доводилось бывать, например, присутствуя на заседаниях руководимого им семинара в Институте прикладной математики. Сидя всегда на одном и том же месте, подперев рукой голову, он, казалось, дремал, лишь изредка бросая взгляд на дос-

ку, испещренную математическими выкладками, но удивительно точными, цепкими вопросами уточнял формулировку, постановку задачи, если что-то не договаривалось докладчиком, первым замечал неточность или ошибку в рассуждениях, требовал определенности выводов. Неизменно стимулировал дискуссии, которые зачастую бывали весьма острыми, исключительно четко и ясно подводил итог обсуждения. По собственному опыту знаю, сколь ответственным было не только выступление на семинаре, но и участие в дискуссии.

Сейчас уже, пожалуй, никого не надо убеждать в том, какую роль играют математические модели, вычислительные эксперименты в развитии науки, сколь важно широкомасштабное внедрение ЭВМ в научные исследования, в народное хозяйство. Привычным стал термин информатика, объединяющий понятия накопления, хранения и переработки информации. Неизмеримо возрос и продолжает расти уровень сложности моделей, на примере исследования которых удается глубже проникать в существо сложных явлений, причем таких, где прямой физический эксперимент требует колоссальных материальных затрат и продолжительного времени, либо результат может быть непредсказуемо опасен, либо, наконец, когда натурное моделирование попросту невозможно (как это было вначале с атомной проблемой). Сейчас в качестве таких ярких примеров можно назвать задачи астрофизики – взрывы сверхновых звезд, происхождение и эволюция Солнечной системы, соударение астероида с другим небесным телом и т.п. «Математическое проектирование» в технике позволяет наиболее просто выбрать оптимальный вариант конструкции или процесса, опять же значительно экономить время и средства.

Однако это было далеко не так на начальных этапах становления вычислительной математики. Основополагающие исследования в этом направлении, начатые по инициативе М.В.Келдыша, обеспечили высокий научный потенциал работ по программированию в СССР. Мстислав Всеволодович не раз подчеркивал, что искусные методы, оригинальные подходы к составлению программ позволяют существенно компенсировать недостаточно высокую производительность (быстродействие, объем оперативной памяти) ЭВМ, в чем мы, особенно на первых порах, значительно уступали зарубежным исследователям. Это не ослабляло, однако, требований, которые предъявлялись в отношении вычислительных средств к их разработчикам, к промышленности, и в формулировании этих требований мнение М.В.Келдыша было наиболее авторитетным, во многих отношениях определяющим.

Но, пожалуй, особую связь с именем М.В.Келдыша имеют космические исследования. Не случайно в условиях тотальной секретности его называли Главным теоретиком космонавтики, а С.П.Королева – Главным конструктором. Ими было положено начало историческому этапу выхода человечества за ограниченную сферу обитания на собственной планете, ознаменовавшееся запуском первого в мире ИСЗ, первым полетом человека

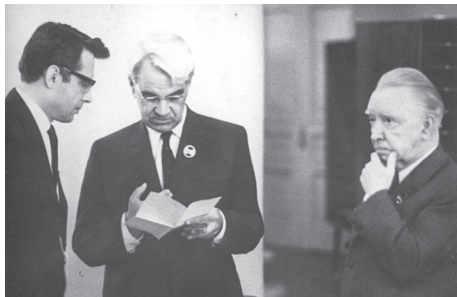


Рис. 1. Автор (слева) с академиком М.В.Келдышем и академиком А.П.Виноградовым, 1970 год.

в космос, началом систематического изучения нашего ближайшего космического окружения – Солнечной системы, бурным прогрессом астрофизики и широким спектром прикладных исследований.

Свыше двадцати лет М.В.Келдыш руководил в СССР научными исследованиями космического пространства, будучи председателем Межведомственного научно-технического Совета по космическим исследованиям при АН СССР, а я – ученым секретарем этого Совета, который был наиболее авторитетным органом по планированию и проведению научных и прикладных исследований космоса, разработке и осуществлению космических проектов. Здесь он был настоящим лидером и идеологом. Мстислав Всеволодович постоянно заботился о том, чтобы программы экспериментов отвечали задаче проведения наиболее актуальных исследований, уделял много внимания вопросам разработки новых и модернизации существующих ракетных комплексов, совершенствованию ракетных двигателей, созданию современных средств управления и измерений, непрерывному повышению общей надежности космических систем и эффективности научных исследований. Можно без преувеличения сказать, что во многом благодаря М.В.Келдышу были достигнуты наши выдающиеся научные результаты двух первых десятилетий космической эры.

Мстислав Всеволодович неизменно был всецело предан идее, руководствуясь исключительно интересами дела, свободен от каких-либо конъюнктурных соображений и, конечно, профессионалом высочайшего уровня. Он пользовался громадным авторитетом не только среди своих единомышленников, но и у руководства страны, что позволяло ему преодолевать различные бюрократические барьеры. Но часто для этого нужна была и смелость, чтобы убежденно отстаивать свою позицию, свое видение проблемы, бороться с тем, что мешает развитию науки, предавать забвению единственно правильный критерий – научно обоснованную и проверенную практикой истину. Достаточно вспомнить, что именно благодаря усилиям М.В.Келдыша и его непредвзятости и смелости восторжествовала, наконец, длительное время попиравшаяся истина в биологии, была «реабилитирована» кибернетика, не закрыты работы над тяжелой ракетой-носителем УР 500К («Протон»), благодаря которой были осуществлены уникальные запуски к Луне и планетам, созданы орбитальные станции, освоена геосинхронная орбита.

Для стиля работы М.В.Келдыша характерен такой эпизод. Посещение им научных центров Украины в 1970-м году совпало со временем, когда наш автоматический космический аппарат подлетал к Венере. Сеансы связи с ним М.В.Келдыш, конечно, не мог пропустить. Две ночи подряд он работал в Центре дальней космической связи в Крыму, но при этом не прерывал и даже не снижал темпа дневной работы в научных учреждениях. Вечером улетал в Центр, а утром приезжал снова. Мне довелось быть как раз в тот период в Центре дальней космической связи, докладывать Мстиславу Всеволодовичу о первых результатах исследований Венеры. Вместе с ним приезжали академики А.П.Виноградов и Б.Е.Патон. Это были крайне напряженные, но вместе с тем интереснейшие дни, а внимание к ответственному космическому эксперименту М.В.Келдыша прибавляло уверенности и энтузиазма его участникам. Уверенности, а не нервозности, как это, к сожалению, бывает, когда приезжает высокое начальство. Келдыш вникал и, если надо, помогал, но никогда не вмешивался в то, что каждый должен делать на своем рабочем месте, а в трудных, нестандартных ситуациях, прежде всего, прислушивался к мнению специалистов. Личным примером человека высочайшего авторитета он показывал, что никакой руководитель не способен знать дело луч-

ше непосредственного исполнителя. Эту свою жизненную позицию он выражал известной фразой: «Даже Станиславский не мог играть все роли».

Работать с Мстиславом Всеволодовичем было непросто, но неизменно интересно. Он относился с высокой требовательностью к себе и другим, не терпел неконкретных высказываний, пустословия и очковтирательства. Умел быстро разобраться в сущности обсуждаемых проблем, найти главное звено, отбросив все второстепенное, неважное. Он всегда поражал глубиной мышления, широтой взглядов, органично сочетавшихся с огромной эрудицией и величайшим талантом организатора. Природа поистине не поскупилась, отпустив все это одному человеку. Эти его замечательные качества, неизменный энтузиазм и подкрепленная тщательным анализом вера в успех смелых проектов и дерзновенных мечтаний всегда привлекали к нему ученых самых разных научных направлений, которых он умел сплотить единством цели. В решении принципиальных вопросов он бывал бескомпромиссен. Готовность открыто и честно обсудить любой вопрос, бесконечная преданность делу, науке питали то огромное уважение, которым пользовался М.В.Келдыш у самых разных людей – тех, кому посчастливилось с ним встречаться и работать, и в многотысячных коллективах научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций страны.

Мстислав Всеволодович был внешне суровым, но всегда деликатным и внутренне, в общем-то, мягким человеком. Очень приветлив и как-то по-особому доброжелателен он бывал в домашней обстановке. В короткие часы досуга любил послушать любимую музыку, полистать альбомы с репродукциями картин любимых художников. Его высочайшая духовность, воспитанная семьей с детских лет, сохранилась на всю жизнь.

Его отношение к жизни, к науке, я воспринял навсегда, а память о нем и о работе с ним сохраняю как драгоценное наследие. Более того, с его взглядами, жизненной философией всегда сверял и продолжаю сверять свои дела и поступки. Поистине бесценным и уникальным достоянием является для меня статья «Космические исследования», написанная М.В.Келдышем и мною совместно для Сборника «Октябрь и наука» (1977), на основе которой Издательством «Наука» в 1981 году выпущена книга того же названия

М.В.Келдыш глубоко верил, что полеты в космос станут одним из величай-

ших устремлений нашей цивилизации, и упорно работал над претворением в жизнь мечты К.Э.Циолковского о завоевании человечеством всего околосолнечного пространства. Вместе с тем он хорошо осознавал высочайшую ответственность за использование достижений науки в мирных целях, на благо всех людей на Земле, и был убежден, что овладение космосом должно способствовать достижению этих целей. «Человечество вступило в новую эпоху овладения сокровенными тайнами природы, скрытыми в глубинах космоса, – говорил М.В.Келдыш. – Новые явления, которые мы встретим на других планетах, будут использованы для улучшения жизни на Земле...». Такова была его жизненная позиция ученого и гражданина, глубоко преданного идеалам мира и прогресса, заботящегося о судьбах всей нашей планеты.



Рис. 2. Книга «Космические исследования, Наука, М. 1981.

100-ЛЕТНИЕ ЮБИЛЕИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УЧЕНЫХ

В.Г.Каретников

В настоящем выпуске Одесского астрономического календаря (ОАК-2011) мы отмечаем столетние юбилеи пяти выдающихся ученых, работавших в области космонавтики и астрономии: Мстислава Всеволодовича Келдыша, Семена Яковлевича Брауде, Баграта Константиновича Иоанисиани, Владимира Алексеевича Крата и Эвальда Рудольфовича Мустеля. Первый из них оставил неизгладимый след в создании и победах советской космонавтики, и поэтому в календаре ему дополнительно посвящен отдельный очерк (стр. 209-212), написанный академиком Российской академии наук М.Я.Маровым. Остальные ученые внесли весомый вклад в астрономическую науку, в обеспечение ее необходимой наблюдательной базой, и заложили основы ее крупных разделов.

Академик АН УССР С.Я.Брауде – основатель украинской радиоастрономии, члены-корреспонденты АН СССР В.А.Крат и Э.Р.Мустель – астрофизики, внесшие огромный вклад в исследование Солнца и звезд, а Герой Социалистического Труда СССР Б.К.Иоанисиани – выдающийся творец астрономического инструментария, без которого не было бы многих успехов нашей астрономии. Все они отмечены высшей наградой международного астрономического сообщества – присвоением их имен малым телам Солнечной системы. Очерки о юбилярах по просьбе редакции календаря подготовили их ученики и сотрудники, хорошо знавшие юбиляров лично. Фамилии авторов, написавших очерки о юбилярах, указаны под каждым из очерков.

Брауде Семен Яковлевич (1911–2003)

Семен Яковлевич Брауде родился 28 января 1911 года в Полтаве в семье служащих. В 1925 году окончил трудовую, а в 1927 году – профессионально-техническую школу. В 1928 году поступил на физический факультет Государственного физико-химико-математического института (ныне – Харьковский национальный университет им. В.Н.Каразина). Уже во время учебы С.Я Брауде проявил склонность к педагогической и научной работе: студентом третьего курса начал преподавать математику, а затем физику в Харьковском машиностроительном институте. В 1933 году поступил на работу в Украинский физико-технический институт и в 1937 году защитил кандидатскую диссертацию, став впоследствии профессором (1946) Харьковского политехнического института, доктором технических наук (1943) и академиком Академии наук УССР (1969).

Сменив несколько направлений научной деятельности (радиоэлектроника, радиолокация, распространение радиоволн, радиоокеанография), каждое из которых было исключительно плодотворным, С.Я Брауде в середине 50-х годов обратил свой взгляд на радиоастрономию – сравнительно молодое направление



С.Я.Брауде

астрономической науки. Уже при основании Института радиофизики и электроники Академии наук УССР (ИРЭ АН УССР, г. Харьков) в 1955 году он предложил создать радиоастрономический отдел.

Сразу же возник вопрос – какому из диапазонов радиоволн следует отдать предпочтение? Семен Яковлевич в силу своей традиционной научной проницательности, дальновидности и интуиции нашел нетривиальный ответ – был выбран диапазон дециметровых волн (10-30 м, частота 30-10 МГц), наиболее длинноволновой участок спектра космического излучения, доступный для наблюдений с поверхности Земли. Он осознавал, что возможности решения множества актуальных астрофизических задач делают оправданными усилия по широкому освоению этого «трудного» участка радиоспектра (сильное негативное влияние галактического фона, ионосферы и помех радиостанций), но, естественно, при разработке и внедрении новых аппаратно-методических подходов.

Нельзя не вспомнить, что в 1962 году Президентом Академии наук УССР (ныне Национальная академия наук Украины – НАНУ) стал академик Борис Евгеньевич Патон. Его роль в создании и развитии низкочастотной радиоастрономии (вплоть до настоящего времени) трудно переоценить. Благодаря его пониманию и поддержке идей и предложений С.Я.Брауде, создание и применение низкочастотных радиотелескопов вывело Украину в мировые лидеры радиоастрономической науки, а сам Семен Яковлевич стал по праву основоположником дециметровой радиоастрономии, и созданная им научная школа завоевала приоритет и признание в научном мире.

К началу 70-х годов (очень быстро и за умеренные средства!) по инициативе и под руководством С.Я.Брауде был создан уникальный радиотелескоп дециметровых волн УТР-2 (Украинский Т-образный радиотелескоп, 2-я модель), который и сейчас остается самым крупным и наиболее совершенным в мире инструментом. Несколько позднее он был дополнен еще четырьмя телескопами несколько меньших размеров, образующих низкочастотную радиоинтерферометрическую систему УРАН (Украинский Радиоинтерферометр Академии Наук). В нее входят радиотелескопы УТР-2 (г. Харьков, Радиоастрономический институт – РИ НАНУ), УРАН-1 (г. Змиев, РИ НАНУ), УРАН-2 (г. Полтава, Полтавская гравиметрическая обсерватория Института геофизики НАНУ), УРАН-3 (г. Львов, Физико-механический институт НАНУ), УРАН-4 (г. Одесса, РИ НАНУ).

Согласно Целевой программе Национальной академии наук Украины в последние годы осуществляется активная модернизация экспериментальных средств и методов наблюдений, и даже создается дополнительный низкочастотный радиотелескоп (ГУРТ – Гигантский Украинский Радио Телескоп) нового поколения.

С.Я.Брауде всегда работал творчески и вдохновенно, увлекая сотрудников своим энтузиазмом и умением правильно выбирать направление научного поиска. Он был настоящим учителем, учителем с большой буквы, заботливым и требовательным, нетерпимым к фальши и умевший радоваться успехам своих учеников. Он воспитал большую научную школу, в составе которой кандидаты и доктора наук, члены Национальной академии наук и талантливая научная молодежь. С.Я.Брауде был разносторонне образованным и эрудированным человеком. Хорошо знал и любил литературу, поэзию, живопись. Сам был замечательным рассказчиком, любил и умел писать, причем, не только научные материалы.

Пройдя непростой жизненный путь, Семен Яковлевич всегда оставался не только выдающимся ученым, но и замечательным человеком. Ему всегда были свойственны простота в общении, высокая культура, чувство юмора, любовь и уважение к сотрудникам, друзьям и своей семье. Его жена Надежда Михайловна (в 2010 году отметила 100-летний юбилей) находится в полном здравии, прекрасно помнит совместно прожитые годы, множество интереснейших фактов и событий. Дочь, Ирина Семеновна, кандидат физико-математических наук, успешно работает в Физико-техническом институте низких температур им. Б.Е.Веркина НАНУ. Внуки Михаил и Олег, хотя и не пошли в науку, являются вполне состоявшимися людьми, перенявшими от деда его замечательные качества. Умер Семен Яковлевич Брауде 29 июня 2003 года в Харькове, где и похоронен.

С.Я Брауде – автор сотен научных статей, обзоров, патентов, книг. В 1952 году удостоен Государственной премии СССР и в 1997 году – Государственной премии Украины. Имеет звание Заслуженный деятель науки и техники Украины, награжден Золотой медалью им. А.С.Попова АН СССР, премиями и медалями международных астрономических обществ. Он кавалер трех орденов Трудового Красного Знамени СССР, трех орденов «За заслуги» Украины, имеет ряд медалей.

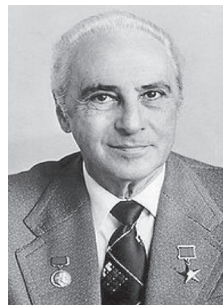
Светлая память о Семене Яковлевиче увековечена: на здании Радиоастрономического института, где установлена в его честь мемориальная доска, его имя присвоено Радиоастрономической обсерватории РИ НАНУ, малой планете, одному из кратеров на поверхности Луны. Но главное то, что дело, которое он начал, живет и развивается. Все радиотелескопы работают в бесперебойном режиме, давая ценную научную информацию, недоступную другим диапазонам волн и инструментам. Имя Семена Яковлевича Брауде – замечательного ученого и человека – никогда не будет забыто.

А.А.Коноваленко

Иоанисиани Баграт Константинович (1911-1985)

Летом 1948 года мы с моим другом Леоном Иоанисиани приехали в Ленинград поступать в институт после окончания тбилисского авиационного техникума. И тогда же я познакомился с дядей Леона Багратом Константиновичем Иоанисиани. Он жил тогда на Пушкинской улице, и мы с Леоном приходили в гости к Баграту Константиновичу. Тогда он работал ведущим конструктором в Государственном оптическом институте (ГОИ). Мне нравилось приходить в эту семью умного, интеллигентного и веселого человека.

Баграт Константинович Иоанисиани родился в Ереване 23 октября 1911 года по новому стилю. Фамилия его отца была Иоаннисян. Отец умер, когда Баграту было всего 13 лет. Вскоре семья переехала в Петроград-Ленинград. С 1930 года Баграт Константинович работал на Ленинградском заводе «Красная заря» рабочим, чертежником. В 1933 году без отрыва от производства окончил курсы повышения квалифи-



Б.К.Иоанисиани

кации для конструкторов и работал на заводе «Электроприбор», затем – старшим конструктором в Саратове на предприятии «Универсаль».

В 1936 году вернулся в Ленинград и поступил на Государственный оптико-механический завод (ГОМЗ им. ОГПУ, с 1962 года – Ленинградское оптико-механическое объединение им. В.И.Ленина, ЛОМО). Стал работать в специальной оптической мастерской по созданию астрономических приборов. Первым самостоятельным заданием был расчет оптической схемы и монтаж школьного телескопа (1938 год). Этот прибор, ставший первым советским школьным телескопом, имел диаметр линзы 60 мм и высоту в 1,2 метра.

В годы Великой Отечественной войны вместе с другими сотрудниками ГОМЗа был эвакуировался в город Казань, где занимался разработкой оптических приборов военного назначения. После Победы вернулся к созданию астрономических приборов, являясь с 1945 года ведущим конструктором Государственного оптического института им. С.И.Вавилова (ГОИ). С 1954 года – в ГАО АН СССР (Пулковская обсерватория). (В Ленинграде, где более полувека жил и творил, Баграт Константинович и умер 10 декабря 1985 года, похоронен на Северном кладбище Санкт-Петербурга. – *Ред.*)

Конструктор астрономических приборов, о чем можно было только мечтать! С 1949 по 1953 год я работал конструктором на заводе, и тогда Баграт Константинович предложил мне работу конструктором в Пулковской обсерватории, куда я поступил в феврале 1954 года. В то время Баграт Константинович был главным конструктором. Это было прекрасное время возрождения знаменитого учреждения. Формировались отделы, приходили молодые специалисты и начинали работу под руководством известных ученых.

Так, под руководством члена-корреспондента АН СССР Д.Д.Максutowa создавался отдел астрономического приборостроения. Во главе с Багра-том Константиновичем начала работу группа конструкторов над проектом макета зеркального телескопа для отработки механизмов электроприводов будущего шестиметрового телескопа и над проектом менискового телескопа ТЭМ-140 для экспедиций по выбору места для большого телескопа, прибора Марковица для измерения координат Луны.

Работать было одно удовольствие. Мы понимали друг друга с полуслова. Баграт Константинович приезжал в Пулково один раз в неделю. Мы с моей женой Валерией жили в гостинице, и обычно он обедал с нами. Иногда он оставался на вечер, и мы слушали по радиоприемнику джазовую музыку западных радиостанций. Баграт Константинович был не только одаренным инженером-конструктором, он был еще и музыкантом и неплохо играл на виолончели.

Ученым советом Пулковской обсерватории и АН СССР было принято решение о создании шестиметрового телескопа в 1960 году, и главным конструктором был назначен Баграт Константинович, так как еще раньше он перешел из ГОИ на работу в ЛОМО руководителем Конструкторского Бюро (КБ) по созданию телескопа ЗТШ (зеркального телескопа Шайна диаметром главного зеркала в 2,6 м). Из литературных источников мы знали, что в США существовал подобный телескоп в обсерватории Макдоналдса.

В Советском Союзе же ничего подобного не было, и начинать все надо было с чистого листа. На ЛОМО тогда уже было КБ по астрономическим инструментам, возглавляемое П.В.Добычиным. Над эскизным проектом нового

инструмента работали оба КБ, но использовали разные идеи монтировки телескопа. Баграт Константинович предложил смелую идею симметричной монтировки на вилке с опорной платформой. П.В.Добычин же предлагал повторить американский вариант на английской монтировке.

Помогая Баграту Константиновичу, мне было поручено изобразить в рисунке задуманную конструкцию. Предложенная им монтировка имела ряд преимуществ как технологических, так и эксплуатационных, но все здесь было впервые, что настораживало астрономов. После долгих дебатов Ученым советом Крымской астрофизической обсерватории (КрАО) был принят наш вариант и были подписаны технические условия на телескоп. Работа закончена в 1965 году, и через два года телескоп вошел в строй действующих инструментов.

Тем временем, за серию успешно работающих телескопов АСИ-2 и АС-32 (это знаменитый 70-см менисковый телескоп Абастуманской астрофизической обсерватории), ЗТП КрАО Баграт Константинович Иоанисиани в 1957 году получил первую и высшую в СССР премию – Ленинскую премию. А созданы были также телескопы АСИ-1÷5 и АС-31. (Успешное развитие телескопостроения в СССР позволило поставить задачу создания телескопа с самым большим в мире главным зеркалом, диаметром в шесть метров, и установить его в горах Северного Кавказа – ред.).

Багратом Константиновичем мне была поручена работа над аван-проектом шестиметрового телескопа, и была предложена параллактическая монтировка, значительно отличающаяся от монтировки Паломарского телескопа, построенного в США в 1930-е годы, и который был в те годы самым большим телескопом с зеркалом в пять метров. С того момента, как Баграт Константинович стал главным конструктором шестиметрового телескопа и целиком был загружен этой работой, в Пулково он уже больше не приезжал.

Приступая к проекту будущего большого телескопа, Баграт Константинович понимал, какую ответственность он принимал на себя, отдавая предпочтение той или иной компоновке всего сооружения. Благодаря широкой эрудиции и таланту конструктора, он принял решение взять за основу принцип альт-азимутальной монтировки, которая требовала слежения за звездным объектом, движущимся по двум координатам (по высоте и по азимуту); и при этом поле зрения вращалось вокруг оптической оси по весьма сложному закону.

Экстраполируя развитие электроники и вычислительной техники, Баграт Константинович решил, что это развитие со временем позволит компенсировать недостатки альт-азимутальной монтировки, если снабдить ее необходимой электроникой и вычислительной техникой. Как показало время, его предположение оказалось вполне справедливым, и еще при жизни Баграта Константиновича это предвидение было реализовано на шестиметровом телескопе БТА (Большой Телескоп Альт-азимутальный).

Впоследствии доктором физико-математических наук Н.Н. Михельсоном была разработана теория альт-азимутальной монтировки и системы управления. Эта теория была успешно реализована разработчиками проекта на ЛОМО и с помощью широкой кооперации со многими предприятиями Советского Союза. Это решение оказалось настолько перспективным, что в последующие годы на всех больших телескопах мира стали применяться азимутальные монтировки с системой управления на базе вычислительной техники.

В 1964 году Баграту Константиновичу без защиты диссертации было присвоено звание доктора технических наук, он был награжден орденом «Знак Почета», а в 1977 году ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина и медали «Золотая звезда». В его честь малая планета № 2450 названа именем «Ioannisiani». В нашей памяти Баграт Константинович остается как выдающийся деятель в области астрономической техники, оставивший нам такое богатое наследие.

Ю.С. Стрелецкий

Келдыш Мстислав Всеволодович (1911-1978)

Мстислав Всеволодович Келдыш, выдающийся советский ученый, математик, механик, аэродинамик, специалист по вычислительной технике и теории космических аппаратов и многим другим разделам естествознания, родился 10 февраля 1911 года в семье профессора Рижского политехнического института Всеволода Михайловича и его жены Марии Александровны (в девичестве Скворцовой). Однако, из-за приближения к Риге немецких войск, в 1915 году семья Келдышей покинула Ригу и переехала сначала в Москву, а затем в 1919-1923 годах жила в Иваново, где преподавал отец, Всеволод Михайлович, известный инженер-строитель, впоследствии академик Академии архитектуры. Там же М.В.Келдыш впервые пошел в школу.

В 1923 году семья Келдышей переехала в Москву, где М.В.Келдыш учится в школе со строительной специализацией. Мальчик рано проявил большие математические способности. По окончании школы хотел посвятить себя строительной профессии и поступал в строительный институт, но не прошел по молодости (15 лет). По совету старшей сестры в 1927 году М.В.Келдыш поступает в Московский государственный университет (МГУ) и, имея хорошую физико-математическую подготовку, третьекурсником начинает преподавательскую деятельность в ряде московских институтов.

По окончании МГУ в 1931 году работает в Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ), с 1932 года является доцентом, а с 1937 года – профессором МГУ, оставаясь сотрудником отдела механики Математического института им. В.А.Стеклова АН СССР. В эти годы ему без защиты диссертации присуждается ученая степень кандидата физико-математических наук (1935). А в 1938 году он становится доктором физико-математических наук. Направление исследований – математика, механика, аэрогидродинамика, теория авиаконструкций в разных режимах эксплуатации (теория флаттера и шимми), ракетодинамика, вопросы атомной энергетики и многое другое.



М.В.Келдыш

В 1946 году М.В.Келдыш назначается начальником Реактивного научно-исследовательского института (этот институт был наследником московского ЦАГИ и ленинградской Группы исследований реактивного движения – ГИРД, которыми в довоенное время руководили соответ-

ственно С.П.Королев и В.П.Глушко), где проводит работы по изучению динамики ракет. Вскоре в 1944 году М.В.Келдыш создает Отделение прикладной математики института им. В.А.Стеклова, а затем в 1953 году на основе этого Отделения создает Институт прикладной математики АН СССР, который возглавляет до 1978 года. Умер М.В.Келдыш трагически 24 июня 1978 года и похоронен в Кремлевской стене на Красной площади в Москве.

С середины 50-х годов прошлого века М.В.Келдыш возглавлял в СССР работы по освоению космического пространства, нося звание «главный теоретик космонавтики». Во многом благодаря ему был запущен первый спутник Земли, выполнил полет первый космонавт Земли Юрий Гагарин, совершен первый облет Луны с фотографированием ее невидимой половины, первые полеты к другим планетам. При участии М.В.Келдыша были выполнены мягкие посадки на Луну и Венеру, взяты образцы лунного грунта и обозрена поверхность Венеры, созданы первые орбитальные станции «Салют» – «Союз» – «Прогресс» и выполнен ряд других пионерских исследований космоса.

М.В.Келдыш бывал на многих запусках космических аппаратов и при самых ответственных моментах их исследований. Результатом было принятие важнейших решений по совершенствованию теории и практики космических исследований. Как вспоминают его коллеги Э.Л.Аким и Т.М.Энеев, при посадке космического аппарата «Венера-4» на планету выяснилось, что при расчете траектории полета из-за несовершенства теории движения планеты Венеры, была получена ошибка в положении в 700 км. М.В.Келдыш тут же организовал радиолокационные наблюдения планеты, результатом которых была разработана «Высокоточная теория движения Земли и Венеры по данным радиолокационных, оптических наблюдений и наблюдений за движением КА».

М.В.Келдыш был крупным организатором науки и техники. Став в 1943 году членом-корреспондентом Академии наук СССР, в 1946 году ее академиком, он в 1960 году был избран вице-президентом академии, а в 1961–1974 возглавлял ее как Президент Академии наук СССР. М.В.Келдыш был председателем Межведомственного научно-технического Совета по космическим исследованиям при АН СССР, в 1964–1978 годах был председателем Комитета по присуждению Ленинских и Государственных премий СССР.

М.В.Келдыш возглавлял сотрудничество в «Интеркосмосе». Благодаря его инициативам были осуществлены первые полеты в космос зарубежных космонавтов, совместные с США космические проекты по наблюдениям и исследованиям искусственных спутников Земли, подготовлен и осуществлен в 1975 году проект «Союз – Аполлон». Роль М.В.Келдыша в освоении космоса была признана, и он был избран почетным доктором шести университетов и членом шестнадцати академий мира, а также награжден высшими орденами и медалями десяти зарубежных государств. Он свободно владел немецким и французским языками и уже в зрелом возрасте изучил итальянский и английский языки.

М.В.Келдыш – трижды Герой Социалистического Труда СССР, награжден семью орденами Ленина, тремя орденами Трудового Красного Знамени, Золотой медалью им. К.Э.Циолковского (1972), Золотой медалью им. М.В.Ломоносова (1975). Он лауреат Сталинских премий 1942 и 1946 годов, Ленинской премии 1957 года, получил международную премию Гуггенхейма по астро-

навтике. В память о М.В.Келдыше его имя присвоено созданному им Институту прикладной математики АН СССР, в его честь в 1978 году учреждена Золотая медаль им. М.В.Келдыша, в МГУ вручается стипендия им. М.В.Келдыша, его имя носят корабли науки, площади и улицы городов, малая планета № 2186 «Keldysh», кратер на видимой стороне Луны.

В.Г.Каретников.

По материалам книги И.Г.Колчинский, А.А.Корсунь и М.Г.Родригес, «Астрономы», Киев, 1986 и материалам Интернет-издания «Википедия»

Крат Владимир Алексеевич (1911 – 1983)

Владимир Алексеевич Крат родился 21 июля 1911 года в Симбирске, где прошло его детство. В 1928 году Владимир Алексеевич поступил в Казанский университет и в 1932 году получил Свидетельство о присвоении «квалификации научного работника II разряда в области астрофизики».

Владимир Алексеевич был талантлив и обладал интуицией настоящего ученого. Первые научные работы о переменных звёздах он написал еще в студенческие годы (1931). Во время учебы в аспирантуре он написал более 20 статей. В эти годы он часто ездил в Пулковскую обсерваторию, учился у А.А.Белопольского и С.К.Костинского, наблюдал на 30-ти дюймовом рефракторе и нормальном астрографе, а также ездил в Симеизскую обсерваторию и учился у Г.А.Шайна.

Владимир Алексеевич выполнил ряд работ по изучению фигур равновесия компонентов тесных двойных звёзд (1937). Исследовал потемнение к краю дисков звёзд по наблюдениям затменных переменных и предложил метод определения коэффициента потемнения на основании анализа кривой блеска.

Ещё в 1935 году В.А.Крат предложил гипотезу об ограниченности Метагалактики и о существовании вне её других космических систем. Согласно этой гипотезе расширению Метагалактики предшествовало её сжатие, вызванное образованием сгущений. В результате его исследований написаны книги «Проблемы равновесия тесных двойных звёзд» (1937), «Фигуры равновесия небесных тел» (1950). В 1944 году он разработал детальную классификацию затменных переменных звезд.

Представленную после окончания аспирантуры диссертацию Владимир Алексеевич успешно защитил как докторскую, что было редкостью, и в 1938 году ему была присуждена ученая степень доктора физико-математических наук по специальности «Астрономия». С этого же года Владимир Алексеевич начал работать в Пулковской обсерватории (ГАО АН СССР) заведующим отделом физики Солнца. Здесь он продолжал изучать затменные переменные звезды и пришел к открытию в звездах–субгигантах корпускулярной неустойчивости. К нему также перешло руководство аспирантами и молодыми сотрудниками – «солнечниками». В марте 1938 года он был утвержден в учёном звании профессора ГАО АН СССР.



В.А.Крат

К своему столетию ГАО АН СССР получила по тому времени крупнейший в Европе горизонтальный солнечный телескоп, изготовленный под руководством Н.Г.Пономарева и Д.Д.Максutowa. Весной 1941 года «солнечники» Пулкова стали готовиться к экспедиции для наблюдения полного солнечного затмения в район Алма-Аты – выезд намечался в июле. Но 22 июня началась Великая Отечественная война, и в Пулкове, готовясь к эвакуации, начали срочный демонтаж телескопов и приборов. В это трудное время Владимир Алексеевич получил приказ АН СССР возглавить экспедицию по наблюдению солнечного затмения в Алма-Ате. В состав экспедиции были включены многие сотрудники обсерватории. Срочно упаковали инструменты, научное оборудование и фотопластины. Выехали 2-го августа, ехали трудно и долго и доехали до места назначения 21 августа. Несмотря на многие сложности, программа была успешно выполнена и «небо не подвело». После этого Владимиру Алексеевичу пришлось распоряжение оставаться в Алма-Ате до выяснения места эвакуации Пулковской обсерватории, поэтому он временно, около 5-ти месяцев, работал в Институте астрономии и физики Казахского филиала АН СССР, но в феврале 1942 году переехал в Ташкентскую обсерваторию – место эвакуации Пулковской обсерватории.

В Ташкенте В.А.Крат с группой учеников работал над оборонной тематикой, связанной с изучением дальности видимости в горизонтальном и вертикальном направлениях на земле и с самолета, что было очень важно, и поэтому главное управление Гидрометслужбы СССР содействовало выполнению этой темы. Кроме оборонной тематики в военные годы В.А.Крат активно занимался вопросами космогонии и проблемами физики Солнца. Еще он прочел курсы лекций в Ташкентском университете «Уравнения математической физики» и «Фигуры равновесия небесных тел». Также читал лекции на заводах, в воинских частях и госпиталях. В течение всей жизни Владимир Алексеевич заботился о подготовке астрономических кадров и был рад, когда даже в военное время на свое письмо, получил ответ от Отдела науки ЦК о своевременности постановки им вопроса о подготовке кадров и предложение переслать свой конкретный план по этому вопросу.

Владимир Алексеевич был многие годы (1941-1981) председателем секции «Солнце» и председателем Комитета по организации экспедиций для наблюдения солнечных затмений. По данным затмения 1945 года он установил, что распределение энергии в непрерывном спектре короны идентично распределению энергии в спектре центра солнечного диска. Владимир Алексеевич также один из соавторов пулковского «Курса астрофизики и звездной астрономии» (1951).

Вернувшись сразу после Победы в разрушенную Пулковскую обсерваторию, Владимир Алексеевич начал восстанавливать горизонтальный солнечный телескоп и налаживать наблюдения на нем. В 1953 году было завершено возрождение Пулковской обсерватории, при этом ее инструментальная база значительно расширилась, а в 1954 году было торжественное открытие восстановленной Главной астрономической обсерватории.

С 1955 года на горизонтальном солнечном телескопе под его руководством было получено большое количество спектрограмм солнечной хромосферы. На основании этого материала впервые получено представление о хромосфере как об образовании, состоящем из горячих и холодных волокон типа

протуберанцев. Также было получено (1960-1963), что хромосферные факелы, наблюдаемые в линиях H и K кальция, расположены в нижней хромосфере (на высоте от 0 до 1000 км) и представляют собой ограниченные по высоте вкрапления более горячего газа в слое газа с кинетической температурой не выше 5000 К. За цикл работ «Строение солнечной хромосферы и контуры хромосферных линий», «О физической неоднородности хромосферы» и других Владимиру Алексеевичу (с сотрудниками Т.В.Крат и Л.М.Правдюк) была присуждена премия Президиума АН СССР.

В 1964-1979 годах В.А.Крат возглавлял Пулковскую обсерваторию, оставаясь при этом заведующим отделом Физики Солнца, куда после войны присоединилась Горная астрономическая станция на Кавказе под Кисловодском.

Владимир Алексеевич вырастил большое количество аспирантов, которые потом работали во всех обсерваториях СССР. Он был очень внимателен к своим аспирантам и молодым сотрудникам. В начале 1950-ых это были: В.М.Соболев, В.Н.Карпинский, Г.Ф.Вяльшин, Л.М.Правдюк, Л.М.Котляр, Г.Я.Васильева и много аспирантов из республик Кавказа и Средней Азии. Хлебосольный дом Татьяны Васильевны и Владимира Алексеевича всегда был открыт для молодых сотрудников. В эти годы в Пулкове создавался очень дружный коллектив молодых сотрудников и аспирантов из разных городов Советского Союза. Они активно работали и наблюдали на восстановленных телескопах под руководством замечательных учителей – В.А.Крата, А.Н.Дейча, М.С.Зверева и Н.Н.Павлова. Все дружно участвовали в спортивных и культурных мероприятиях. Такие уважительные и дружелюбные отношения сохранялись на протяжении всех лет нашей работы в Пулкове. В 1965 году получена Грамота Президиума Ленинградского горсовета, Всесоюзного добровольного общества «Спартак» за активное участие в развитии физической культуры и спорта среди трудящихся ГАО в 1964 году, вручённая В.А.Крату.

Владимира Алексеевича связывали дружеские отношения со многими талантливыми астрономами-солнечниками: Э.Р.Мустелем, А.Б.Северным, В.Е.Степановым и О.А.Мельниковым. Все они были учениками Г.А.Шайна и все они занимались исследованиями процессов, происходящих в атмосфере Солнца. В эти годы в Пулковскую обсерваторию приезжали многие астрономы из зарубежных обсерваторий Европы и США, с некоторыми из них у Владимира Алексеевича были дружеские отношения и общие работы.

Владимир Алексеевич принимал участие в проектировании Шемахинской астрофизической обсерватории в Азербайджане, в которой потом работали его ученики и где многие годы он был научным руководителем. В 1962-ом году В.Е.Степанов пригласил В.А.Крата с сотрудниками (В.М.Соболевым и Л.М.Правдюк) в Иркутск, чтобы обсудить план строительства новой солнечной обсерватории и ознакомиться с местом на горе в Мондах, где намечалось строительство. А в 1966 году В.А.Крату было присвоено почётное звание Заслуженного деятеля науки и техники Азербайджанской ССР. Владимир Алексеевич и в других республиках помогал создавать солнечные отделы в обсерваториях. По его инициативе были построены горизонтальные солнечные телескопы типа АЦУ-5 и распределены по многим обсерваториям от Уссурийска до Ленинграда.

В пятидесятых годах XX столетия появилась возможность запускать тяжелые (до тонны) телескопы на большие высоты. Это открывало новые возможности получить материал с высоким разрешением, не искаженный земной атмосферой. Было принято решение создать стратосферную солнечную обсерваторию, в которую входил телескоп с диаметром зеркала 0.5-1.0 м, оснащенный камерой прямых снимков, спектрографом и фотогелиографом. Телескоп должен был подниматься на высоту 20 км, наводиться с точностью до 0.1" на нужную деталь солнечной поверхности и сохранять эту ориентацию.

Советская Стратосферная Солнечная Обсерватория (под кодовым названием «САТУРН») была создана менее чем за 5 лет. Два первых запуска были техническими, чтобы подстроить станцию к условиям стратосферы. Самыми успешными были ее полеты: 3-й в 1970 году (с диаметром зеркала 0.5 м) и 4-ый в 1973 году (с диаметром зеркала в 1 м). Были получены прямые снимки солнечной поверхности с предельным разрешением 0.25"–0.20". Отснято всего 1500 кадров, среди них снимки спокойной части фотосферы (грануляция), снимки солнечного пятна и серия снимков грануляции в течение 16 минут. Одновременно с ними сняты спектрограммы и фотогелиограммы. Полученные материалы наблюдений были хорошо калиброваны и оставались непревзойденными в течение 30 лет.

Полученный материал стал основой новых представлений о тонкой структуре фотосферы и ее роли на Солнце и звездах. Для выполнения этой огромной работы был создан большой и дружный коллектив из научных сотрудников обсерватории и инженеров и рабочих казанского Государственного оптико-механического завода. «Прозорливость Владимира Алексеевича была в том, что он пошел по линии именно баллонных исследований, а не космических, но если бы мы пошли по линии космических исследований, то эти результаты не были бы получены и сегодня» (из доклада В.Н.Карпинского, ОФС ГАО, 1995). На казанском заводе был построен телескоп, такой же, как стратосферный. Он был установлен на Памире, и на нем получали хорошие снимки солнечной поверхности в течение 10 лет.

28 ноября 1972 года В.А.Крат был избран членом-корреспондентом АН СССР. Владимир Алексеевич был награжден орденом Трудового Красного Знамени. Именем В.А.Крата названа малая планета № 3036 «Krat». Владимир Алексеевич и его жена Татьяна Васильевна, астроном Пулковской обсерватории, вырастили двоих детей: дочь Ксению, 1940 года рождения, и сына Андрея, 1948 года рождения. Умер Владимир Алексеевич Крат 2 июня 1983 года и похоронен на Мемориальном кладбище Пулкова.

Л.М.Правдюк

Эвальд Рудольфович Мустель (1911-1988)

Выдающийся астрофизик и организатор астрономической науки, доктор физико-математических наук (1944), профессор (1944), член-корреспондент АН СССР (1953) Эвальд Рудольфович Мустель родился 3 июня 1911 года в Севастополе, но вырос и окончил школу в Москве. Астрономией увлёкся в конце 20-х годов, и это увлечение оказалось столь серьёзным, что ещё до по-



Э.Р.Мустель

ступления в университет, в 1931 году он публикует свою первую научную статью по исследованию цефеиды η Орла. Любопытно, что соавтором статьи был А.Б.Северный, будущий выдающийся исследователь Солнца.

С 1931 по 1935 год Э.Р.Мустель учится в Московском государственном университете (МГУ), а после его окончания остаётся в аспирантуре и работает в Государственном астрономическом институте им. П.К.Штернберга (ГАИШ). Здесь В.Г.Фесенков предлагает для его диссертационной работы исследовать шкалу температур звёзд спектрального класса А-В. Проблема состояла в том, что цветовая температура А-В звёзд заметно превосходит эффективную, и причина этого была неясна. Э.Р.Мустелю удалось разрешить парадокс в рамках построенной им модели звёздных атмосфер, в которой основную роль в непрерывном поглощении излучения играет водород. Оказалось, что при характерных эффективных температурах А-В звёзд 10000-20000 К рассчитанные спектры приводят к величине цветовой температуры, согласующейся с наблюдениями. Эти исследования быстро выдвинули Э.Р.Мустеля в число ведущих астрофизиков и экспертов в теории звёздных атмосфер.

После защиты кандидатской диссертации в 1938 году Э.Р.Мустель продолжает работу в ГАИШ, но теперь его интересы концентрируются вокруг проблемы новых звёзд. В попытке понять природу процессов, протекающих при вспышке новых звёзд, он исследует механизм радиационного давления в спектральных линиях, предложенный ранее для объяснения истечения вещества из новых звезд после максимума блеска. Впоследствии к проблеме новых звёзд Э.Р.Мустель обращался неоднократно. Важнейшим результатом в этой области (1959 год) стал вывод о наличии значительного (100-кратного) избытка химических элементов углерода-азота-кислорода (CNO) в оболочках новых звёзд. Этот факт впоследствии станет важнейшим аргументом в пользу термоядерного механизма вспышки новой звезды, в котором существенную роль играет бурное CNO-горение на поверхности белого карлика.

Во время войны 1941-1945 годов Э.Р.Мустель работает в Свердловске над проблемой прогнозирования условий радиосвязи, которые существенно определяются активными процессами на поверхности Солнца. В дальнейшем он не раз возвращается к проблемам, тесно связанным с активными процессами на Солнце. В начале 50-х годов он публикует несколько важных работ по теории свечения водорода и кальция в хромосферных флоккулах, в которых существенную роль играют неравновесные процессы возбуждения. Его интерес к проблемам солнечной активности наиболее ярко выразился в значительном цикле работ, выполненных в 1960-1980-х годах и посвящённых взаимодействию потоков солнечной плазмы с Землёй, в том числе и вопросам влияния солнечной активности на метеорологические процессы.

С 1950 по 1955 год Эвальд Рудольфович возглавляет отдел физики звёзд Крымской астрофизической обсерватории. В этот период (1952 год) им выполнено одно из самых интересных в физическом и идейном отношении исследований. В статье, опубликованной в сборнике "Труды второго совещания по воп-

росам космогонии” (Изд. АН СССР, Москва, 1953), он ставит вопрос о том, как можно было бы проверить гипотезу о высоком темпе потери массы О-звёздами. Анализ проблемы с учетом динамики взаимодействия истекающего вещества с межзвёздной средой привёл Э.Р.Мустеля к выводу, что стационарное истечение вещества должно приводить к «сгребанию» межзвёздного газа в тонкую оболочку, свечение которой можно будет обнаружить в линии H_{β} .

Фактически, работа содержала предсказание нового класса объектов — оболочек, сформированных взаимодействием ветра горячих звёзд с межзвёздной средой. Такие оболочки были обнаружены лишь в конце 1970-х годов и породили всплеск большого числа статей по данной тематике. К сожалению, во всех этих работах, в том числе и в статьях российских астрофизиков, мы не найдём ссылок на пионерскую работу Э.Р.Мустеля. Объяснение, возможно, кроется в том, что эта статья значительно опередила время и, частично, в том, что Эвальда Рудольфовича не заботили вопросы приоритета собственных работ.

В начале 1970-х годов Э.Р.Мустель обратился к сложнейшей проблеме интерпретации загадочных спектров сверхновых звёзд типа SNI. К этому времени Ю.П.Псковский уже предложил гипотезу о том, что спектры этих сверхновых образованы линиями поглощения на фоне непрерывного спектра, а не комбинацией эмиссионных линий, как считалось до этого. На основе данных фотометрии Э.Р.Мустель получил независимое подтверждение абсорбционной гипотезы, показав, что спектрофотометрическая температура в максимуме составляет около 10^4 K, и что кинематический и фотометрический радиусы фотосферы в этот момент близки между собой. Эти работы сыграли важнейшую роль в построении основ современной физической модели сверхновых типа SNIa, которые играют важнейшую роль в процессах ядерного синтеза химических элементов во Вселенной.

Э.Р.Мустель создал первоклассную школу звёздной спектроскопии, последователи которой работают в Крымской астрофизической обсерватории, в ГАИШ, в Институте астрономии и Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук. Он соавтор учебника «Теоретическая астрофизика», вышедшего в 1952 году, его книга «Звёздные атмосферы», изданная в 1960 году на основе лекций для студентов МГУ, научила не одно поколение астрофизиков и до сих пор является важным руководством по теории звездных атмосфер и звёздной спектроскопии.

В период с 1946 по 1955 год Э.Р.Мустель внёс существенный вклад в становление науки в Крымской астрофизической обсерватории, а затем — в организацию астрономической науки в СССР, работая в Астрономическом совете Академии наук СССР, в 1963-1987 годах на посту его председателя. Э.Р.Мустель — лауреат Сталинской премии 1952 года, премии им. А.А.Белопольского АН СССР 1981 года, награжден орденами Ленина, Октябрьской революции, Трудового Красного Знамени (дважды), медалями. В 1970 году избран вице-президентом Международного астрономического союза (МАС), проработав на этом посту два срока — 6 лет. Его имя присвоено малой планете № 2385 «Mustel». Умер Э.Р.Мустель 10 апреля 1988 года и похоронен в Москве.

Н.Н. Чугай

ОДЕССКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ 140 ЛЕТ

С.М.Андриевский

В 2011 году Астрономической обсерватории в Одессе исполняется 140 лет. Астрономическая обсерватория (ныне Научно-исследовательский институт «Астрономическая обсерватория») – одно из старейших научных учреждений нашего города. Большую часть времени своего существования она была неразрывно связана с Новороссийским (впоследствии Одесским государственным, а затем национальным) университетом. В начале XX века 12 лет была самостоятельной организацией, причем некоторое время – Главная государственная астрономическая обсерватория Украины.

В разные периоды обсерваторией руководили такие ученые, как Л.Ф.Беркевич, А.К.Кононович, А.Я.Орлов, К.Д.Покровский, Б.В.Новопашенный, В.П.Цесевич, Ю.А.Медведев, В.Г.Каретников. С 2006 года обсерваторию возглавляет С.М.Андриевский. С обсерваторией всегда неразрывно связанной была кафедра астрономии, поэтому большинство из перечисленных выше директоров обсерватории одновременно возглавляли и университетскую кафедру астрономии.

Каждый из руководителей обсерватории привнес что-то новое в тематику научных исследований, и в период работы каждого из них возникали по-своему сложные ситуации. Леопольду Фомичу Беркевичу выпало быть первым директором и организовать работу только что созданной им в 1871 году обсерватории (первоначально обсерватория входила в состав уже существующей к тому времени кафедры астрономии). Обсерватория выполняла целый ряд особых задач, решение которых было необходимо бурно развивающемуся городу, а также использовалась в качестве учебной базы для подготовки студентов.

Придя на смену Л.Ф.Беркевичу в 1881 году, и пробыв на этом посту до 1910 года, Александр Константинович Кононович сделал очень многое для открытия перспективного в то время направления астрофизических исследований в Одессе. Это сразу же сделало обсерваторию широко известной в мире, а сам А.К.Кононович стал фактически первым астрофизиком юга Российской империи.

Александр Яковлевич Орлов возглавил обсерваторию в 1912 году. Вскоре наступил очень сложный период – Первая мировая война, Октябрьская революция, затем Гражданская война. Несмотря на такие социальные потрясения, экономическую разруху и политическую нестабильность в стране, энергия и талант организатора позволили А.Я.Орлову не только сохранить обсерваторию,

но и значительно расширить тематику ее научных фундаментальных и прикладных исследований. К примеру, при Орлове обсерватория выполняла такие особые задания, как геодезия черноморских лиманов, изучение береговых склонов и проблемы оползней, а также влияние на них со стороны морских приливов; подробно картографировался сам город.

Чрезвычайно тяжелые испытания пришлось на то время, когда директором Астрономической обсерватории стал Константин Дормидонтович Покровский (сменивший Орлова в 1934 году). Ему, видному уче-



ному, удалось спасти обсерваторию и ее имущество в годы Второй мировой войны. Несмотря на эти заслуги, сразу после освобождения Одессы от оккупантов К.Д.Покровский был репрессирован и вскоре скончался в тюрьме. Благодаря К.Д.Покровскому в Одессе стала развиваться тематика метеорных и кометных исследований.

Почти 40 лет директором обсерватории был Владимир Платонович Цесевич. Заняв этот пост в 1945 году, он с энтузиазмом принялся за работу. За время его руководства обсерватория становится одним из мировых центров по исследованию переменных звезд. В обсерватории возникают новые направления исследований (исследование искусственных спутников Земли, звездная спектроскопия, астрономическое приборостроение) и успешно развиваются уже существующие, строятся загородные астрономические станции в с. Маяки и с. Крыжановка, оборудуются высокогорные станции в Туркмении, на Северном Кавказе и в Армении. В течение десятилетий создается уникальная коллекция снимков звездного неба, которая на сегодняшний день занимает третье место в мире по количеству астронегативов.

После смерти В.П.Цесевича в конце 1983 года место директора обсерватории занял Юрий Александрович Медведев, который активно развивал тематику исследования искусственных спутников Земли.

Первым выборным директором с начала 1990 года стал Валентин Григорьевич Каретников. В чрезвычайно тяжелое время первых лет независимости Украины при практически полном отсутствии финансирования научных исследований В.Г.Каретникову удалось сохранить научное ядро коллектива обсерватории, провести компьютеризацию, завершить создание телескопа с диаметром главного зеркала в 1 метр. При В.Г.Каретникове несколько сотрудников обсерватории защитили докторские диссертации, возобновилось издание собственного научного журнала обсерватории (*Odessa Astronomical Publications*), возобновился выпуск ежегодного Одесского астрономического календаря, ставшего очень популярным в среде профессиональных астрономов и любителей астрономии. Практически ежегодно обсерватория стала организовывать и проводить международные научные конференции. В.Г.Каретников приложил много усилий для того, чтобы обсерватория в 1993 году получила статус Научно-исследовательского института.

Сегодня НИИ «Астрономическая обсерватория» Одесского национального университета им. И.И.Мечникова – динамично развивающееся научное учреждение. В ее структуре представлены многие астрономические направления – от астрометрии до космологии. Активная работа проводится в отделах, занимающихся физикой малых тел Солнечной системы, исследованием искусственных спутников Земли, астрономическим приборостроением (в частности, за последние три года построен новый телескоп с диаметром зеркала 80 см и модернизирован парк имеющихся телескопов). Результаты мирового уровня публикуются сотрудниками отдела физики звезд и галактик. Традиционно сильна обсерватория в области исследования переменных звезд.



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 Медведица ..	UMa (с)	Козерог	Cap (ю)	Рысь	Lyn (с)
Большой Пес ..	CMa (ю)	Компас	Pux (ю)	Северная Корона	CrB (с)
Весы	Lib (ю)	Корма	Pup (ю)	Секстант	Sex (э)
Водолей	Aqr (э)	Крест	Cru (ю)	Сетка	Ret (ю)
Возничий	Aur (с)	Лебедь	Cyg (с)	Скорпион	Scо (ю)
Волк	Lup (ю)	Лев	Leo (с)	Скульптор	Scl (ю)
Волопас	Boo (с)	Летучая Рыба ..	Vol (ю)	Столовая Гора Men	(ю)
Волосы Вероники	Com (с)	Лиры	Lyr (с)	Стреловая Гора Men	(ю)
Ворон	Crv (ю)	Лисичка	Vul (с)	Стрела	Sge (с)
Геркулес	Her (с)	Малая Медведица ..	UMi (с)	Стрелец	Sgr (ю)
Гидра	Hya (э)	Малый Конь	Equ (с)	Телескоп	Tel (ю)
Голубь	Col (ю)	Малый Лев	LMi (с)	Телец	Tau (с)
Гонимые Псы	CVn (с)	Малый Пес	CMi (с)	Треугольник	Tri (с)
Дева	Vir (э)	Микроскоп	Mic (ю)	Тукан	Tuc (ю)
Дельфин	Del (с)	Муха	Mus (ю)	Феникс	Phe (ю)
Дракон	Dra (с)	Насос	Ant (ю)	Хамелеон	Cha (ю)
Единорог	Mon (э)	Наугольник	Nor (ю)	Центавр	Cen (ю)
Жертвенник	Ara (ю)	Овен	Ari (с)	Цепей	Cep (с)
Живописец	Pic (ю)	Октант	Oct (ю)	Циркуль	Cir (ю)
Жираф	Cam (с)	Орел	Aql (э)	Часы	Hor (ю)
Журавль	Gru (ю)	Орион	Ori (э)	Чаша	Crt (ю)
Заяц	Lep (ю)	Павлин	Pav (ю)	Щит	Sct (э)
Змееносец	Oph (э)	Паруса	Vel (ю)	Эридан	Eri (ю)
Змея	Ser (э)	Перас	Peg (с)	Южная Гидра	Hyi (ю)
Золотая Рыба ..	Dor (с)	Персей	Per (с)	Южная	
Индеец	Ind (ю)	Печь	For (ю)	Корона	CrA (ю)
Кассиопея	Cas (с)	Райская Птица Aps	(ю)	Южная Рыба	PsA (ю)
		Рак	Cnc (с)	Южный Треугольник ..	TrA (ю)
				Ящерица	Lac (с)

Созвездия Зодиака

Зодиаком или зодиакальным кругом называют 12 созвездий, расположенных на небе вдоль эклиптики, то есть, того большого круга небесной сферы, вдоль которого перемещаются Солнце и планеты при своем видимом годовом движении. На их пути лежит и созвездие Змееносца, которое к созвездиям Зодиака не относят.

Зодиакальные созвездия обозначаются особыми знаками.

Зодиакальные созвездия и их обозначения

Русск. назв.	Обо- знач.	Лат. назв.	Сокр. напис.	Русск. назв.	Обо- знач.	Лат. назв.	Сокр. напис.
Овен	♈	Aries	Ari	Весы	♎	Libra	Lib
Телец	♉	Taurus	Tau	Скорпион	♏	Scorpius	Sco
Близнецы	♊	Gemini	Gem	Стрелец	♐	Sagittarius	Sgr
Рак	♋	Cancer	Cnc	Козерог	♑	Capricornus	Cap
Лев	♌	Leo	Leo	Водолей	♒	Aquarius	Aqr
Дева	♍	Virgo	Vir	Рыбы	♓	Pisces	Psc

Некоторые астрономические обозначения

Для обозначения ярких звезд используются греческие буквы или цифры в сочетании с названием созвездия. Многие яркие звезды имеют собственные имена.

Солнце	☉	Сатурн	♄
Земля	♁	Уран	♅
Луна	☾	Нептун	♆
Меркурий	☿	Плутон	♇ (♇)
Венера	♀	Комета	☄
Марс	♂	Звезда	★
Юпитер	♃	Астероид №15	♂ (15)

Греческий алфавит

альфа	A α	йота	I ι	ро	P ρ
бета	B β	каппа	K κ	сигма	Σ σ
гамма	Γ γ	лямбда	Λ λ	тау	T τ
дельта	Δ δ	мю	M μ	ипсилон	Υ υ
эпсилон	E ε	ню	N ν	фи	Φ φ
дзета	Z ζ	кси	Ξ ξ	хи	X χ
эта	H η	омикрон	O ο	пси	Ψ ψ
тэта	Θ θ	пи	Π π	омега	Ω ω

ВРЕМЯ И ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Определение времени является одной из основных задач астрономии и решается с использованием видимого движения Солнца и звезд. С этим связано наличие двух систем счета времени: солнечного (T) и звездного (S) времени. В повседневной жизни мы используем среднее солнечное время: зимой так называемое поясное $T_{\text{п}}$, летом – летнее $T_{\text{л}}$, отличающееся от поясного на 1 час. В нашем календаре используется киевское время, и оно едино для всей Украины.

Для связи времени разных стран в одну систему земная поверхность разбита на 24 часовых пояса (от 0-го до 23-го), протяженностью каждый в 15° по долготе, что соответствует 1 часу времени. Время «нулевого» часового пояса со средним меридианом, проходящим через Гринвичскую обсерваторию в Англии, называется гринвичским, либо всемирным временем T_0 . Ввиду того, что Киев и Москва находятся во 2-м часовом поясе, киевское время зимой $T_{\text{п}}=T_0+2$, а летом $T_{\text{л}}=T_0+3$, а московское, которое на 1 декретный час (введен в 1918 году) впереди киевского, зимой $T_{\text{п}}=T_0+3$, а летом $T_{\text{л}}=T_0+4$ (в часах).

В астрономии время определяется часовыми углами Солнца (солнечное) и точки весеннего равноденствия (звездное). Часовой угол Солнца – это угловое расстояние Солнца от меридиана места определения времени. Эта величина называется истинным солнечным временем $T_{\text{и}}$ и равна нулю в момент верхней кульминации Солнца, то есть в полдень. Истинное солнечное время меняется неравномерно, и его заменяют понятием среднего солнечного времени $T_{\text{ср}}=T_{\text{и}}+h$, где поправка h называется уравнением времени, значение которого дано в 9 колонке таблиц "Солнце" на стр. 14-36.

Среднее время, дающее начало суток в полдень, неудобно и его увеличивают на 12 часов, что дает так называемое местное время $T_{\text{м}}=T_{\text{ср}}+12$. А местное время $T_{\text{м}}$, определяемое для центрального меридиана часового пояса, называется поясным $T_{\text{п}}$. В западной части России вместе с Москвой (это 2-й часовой пояс) применяется декретное время $T_{\text{д}}$, которое зимой на один и летом на два часа больше поясного времени.

Звездное время (S) используется для решения астрономических и навигационных задач. Местное звездное время $S_{\text{м}}$ определяется отдельно для каждого места наблюдения. Гринвичское звездное время S_0 определяется для гринвичского меридиана в ноль часов всемирного времени $T_0=0$. Связь же местного звездного времени $S_{\text{м}}$ со всемирным T_0 определяется формулой:

$$S_{\text{м}} = S_0 + 1.00274 T_0 + \lambda,$$

где λ – географическая долгота места наблюдений, выраженная в часовой мере.

Знание широт и долгот любых других городов страны позволяет провести перерасчет времени наблюдения астрономических событий на другие места наблюдений. Как это делается, описано в разделе календаря на страницах 234-237. 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 И ИХ ВЫЧИСЛЕНИЕ

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
2060	73459	73825	74190	74555	74920	75286	75651	76016	76381	76747
2070	77112	77477	77842	78208	78573	78938	79303	79669	80034	80399
2080	80764	81130	81495	81860	82225	82591	82956	83321	83686	84052
2090	84417	84782	85147	85513	85878	86243	86608	86974	87339	87704

Количество дней между 0 числом года и каждого месяца

	январ.	фев.	мар.	апр.	май	июн.	июл.	авг.	сен.	окт.	ноя.	дек.
обычн.	0	31	59	90	120	151	181	212	243	273	304	334
висок.	0	31	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335

(для високосных лет после февраля необходимо добавить единицу)

Пользуясь этими таблицами, рассчитаем юлианскую дату J.D. для 29 июня 1963 года: $J.D. = 2400000 + 38030 + 151 + 29 = 2438210$, то есть в таблице нашли строку десятилетия, затем столбец, соответствующий последней цифре года, затем по второй таблице – число дней между нулевым числом года и нулевым числом месяца, а затем – число в месяце. Эта целая часть J.D. действительна от 15 часов (летнее время) 29 июня до 15 часов 30 июня.

Дробная часть вычисляется как доля суток, прошедшая после гринвичского полудня. Например, 22 часа 36 минут 15 секунд зимнего времени (которое на 1 час меньше летнего, то есть вместо 15 часов берем 14) соответствуют дробной части J.D. $(22 \cdot 14 + (36 + 15/60)/60)/24 = 0.35851$. Продолжительность суток равна $24 \cdot 60 \cdot 60 = 86400$ секунд. **Например, 0 часов 0 минут 0 секунд 1 января 2011 года соответствует J.D. 2455562.41667 (целая часть, соответствует предыдущей дате, поскольку время до гринвичского полудня).**

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ РЕФРАКЦИЯ

Астрономическая рефракция вызывается преломлением света в земной атмосфере и приводит к изменению положения светила на небе, а также к заметному искажению формы дисков Солнца и Луны у горизонта. Свет от небесных светил, проходя через земную атмосферу, испытывает преломление и приходит к наблюдателю не по прямым, а по изогнутым линиям. Вследствие рефракции видимое зенитное расстояние светила уменьшается. Рефракция как бы приподнимает светило над горизонтом. Разность между истинным зенитным расстоянием светила и видимым (искаженным рефракцией) называется углом рефракции ρ_{ref} . Угол рефракции равен нулю в зените и возрастает с увеличением зенитного расстояния z . У самого горизонта угол рефракции растет с увеличением z настолько быстро, что нижний край дисков Солнца и Луны бывает приподнят на несколько минут дуги больше, чем верхний, и диск приобретает сплюснутую форму.

Рефракция оказывает влияние на моменты восхода и захода светил. Вследствие рефракции любое светило появляется над горизонтом еще до истинного восхода и остается видимым некоторое время после истинного захода. Поэтому в эфемеридах небесных светил моменты их восхода и захода приводятся с учетом рефракции.

Угол рефракции ρ_{ref} зависит как от зенитного угла z , так и от температуры воздуха t и атмосферного (барометрического) давления B . В таблицах приведены средняя рефракция ρ_{ref} (угол рефракции при температуре $t=+10^\circ\text{C}$ и барометрическом давлении $B=760$ мм.рт.ст.) и поправки к средней рефракции за температуру и за барометрическое давление. Если известна высота h светила над горизонтом, то его зенитное расстояние можно определить по формуле $z=90^\circ-h$. Чтобы найти истинный угол рефракции, нужно к средней рефракции прибавить обе поправки.

Средняя рефракция

(при температуре $t=+10^\circ\text{C}$ и барометрическом давлении
 $B=760$ мм.рт.ст.)

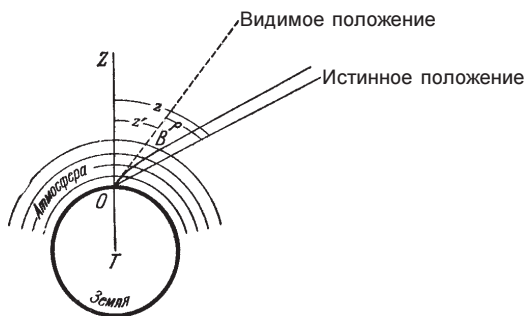
z°	ρ_{ref}''	z°	ρ_{ref}''	z°	ρ_{ref}''
0	0 00	55	1 23	80	5 18
5	0 05	60	1 40	81	5 52
10	0 10	65	2 04	82	6 32
15	0 16	70	2 38	83	7 23
20	0 21	72	2 57	84	8 28
25	0 27	74	3 20	85	9 51
30	0 34	75	3 33	86	11 45
35	0 41	76	3 49	87	14 22
40	0 49	77	4 06	88	18 18
45	0 58	78	4 27	89	24 37
50	1 09	79	4 50	90	35 24

Поправка за температуру воздуха t

$z/t, ^\circ\text{C}$	-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

$z/B, \text{мм рт.ст.}$	720	730	740	750	760	770	780	790	800
0°	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"
10	-1	0	0	0	0	0	0	0	+1
20	-1	-1	0	0	0	0	0	+1	+1
30	-2	-1	-1	0	0	0	+1	+1	+2
40	-3	-2	-2	-1	0	+1	+2	+2	+3
45	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4
50	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4
55	-5	-4	-2	-1	0	+1	+2	+4	+5
60	-5	-4	-3	-1	0	+1	+3	+4	+5
65	-6	-5	-3	-2	0	+2	+3	+5	+6
70	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8
75	-11	-8	-6	-3	0	+3	+6	+8	+11
80	-17	-12	-8	-4	0	+4	+8	+12	+17



РАСЧЕТ ЭФЕМЕРИД ДЛЯ ДРУГИХ МЕСТ

Для пункта с географической широтой φ и географической долготой λ моменты T по киевскому времени восхода и захода Солнца, Луны и планет, а также начала и конца сумерек вычисляются по формуле:

$$T = t + \chi_{\varphi} + \chi_{\lambda},$$

где t – табличный момент восхода ($t = t_v$) или захода ($t = t_z$) для Одессы, χ_{φ} – поправка за географическую широту и χ_{λ} – поправка за географическую долготу данного пункта.

В момент верхней кульминации $\chi_{\varphi} = 0$, и поэтому

$$T = t_k + \chi_{\lambda}.$$

Для восходов и заходов Солнца, Луны и планет в Украине поправка χ_{φ} может быть найдена из следующей таблицы:

Таблица 1

Поправки χ_{φ} за географическую широту места для восходов и заходов Солнца, Луны и планет

Географическая широта φ											
A_0	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	A_0
°	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 χ_{φ} имеет знак, указанный в таблице, для восхода при $A_0 < 90^\circ$ и для захода при $A_0 > 90^\circ$. Поправка χ_{φ} меняет знак на противоположный для восхода при $A_0 > 90^\circ$ и для захода при $A_0 < 90^\circ$.

Для моментов начала и конца гражданских, навигационных и астрономических сумерек в Украине поправка χ_{φ} может быть найдена из таблиц:

Таблица 2

Поправки χ_{ϕ} за географическую широту места для гражданских сумерек

A_0 °	Географическая широта ϕ									
	44° М	45° М	46° М	47° М	48° М	49° М	50° М	51° М	52° М	53° М
55	+7.3	+4.4	+1.5	-1.5	-4.7	-8.1	-11.6	-15.2	-19.1	-23.2
60	+5.9	+3.6	+1.2	-1.2	-3.8	-6.5	-9.3	-12.3	-15.3	-18.6
65	+4.6	+2.8	+0.9	-1.0	-3.0	-5.0	-7.2	-9.5	-11.9	-14.4
70	+3.3	+2.0	+0.7	-0.7	-2.1	-3.6	-5.2	-6.9	-8.6	-10.4
75	+2.1	+1.3	+0.4	-0.4	-1.4	-2.3	-3.3	-4.3	-5.4	-6.5
80	+0.9	+0.5	+0.2	-0.2	-0.6	-1.0	-1.4	-1.8	-2.3	-2.8
85	-0.3	-0.2	-0.1	+0.1	+0.2	+0.4	+0.5	+0.7	+0.8	+1.0
90	-1.5	-0.9	-0.3	+0.3	+1.0	+1.7	+2.4	+3.2	+4.0	+4.8
95	-2.8	-1.7	-0.6	+0.6	+1.8	+3.1	+4.4	+5.8	+7.2	+8.7
100	-4.1	-2.5	-0.9	+0.9	+2.7	+4.5	+6.5	+8.5	+10.7	+12.9
105	-5.5	-3.4	-1.1	+1.2	+3.6	+6.1	+8.7	+11.5	+14.4	+17.4
110	-7.0	-4.3	-1.5	+1.5	+4.6	+7.8	+11.2	+14.7	+18.5	+22.4
115	-8.7	-5.3	-1.8	+1.9	+5.7	+9.7	+14.0	+18.5	+23.2	+28.2
120	-10.6	-6.5	-2.2	+2.3	+7.0	+12.0	+17.3	+22.8	+28.8	+35.1
125	-12.9	-7.9	-2.7	+2.8	+8.6	+14.7	+21.3	+28.3	+35.8	+44.0

Таблица 3

Поправки χ_{ϕ} за географическую широту места для навигационных сумерек

A_0 °	Географическая широта ϕ									
	44° М	45° М	46° М	47° М	48° М	49° М	50° М	51° М	52° М	53° М
55	+5.4	+3.3	+1.1	-1.1	-3.5	-5.9	-8.5	-11.2	-14.0	-16.9
60	+4.1	+2.5	+0.9	-0.9	-2.7	-4.6	-6.5	-8.6	-10.7	-13.0
65	+2.9	+1.8	+0.6	-0.6	-1.9	-3.2	-4.6	-6.1	-7.6	-9.2
70	+1.8	+1.1	+0.4	-0.4	-1.1	-1.9	-2.8	-3.6	-4.5	-5.5
75	+0.6	+0.3	+0.1	-0.1	-0.4	-0.6	-0.9	-1.2	-1.4	-1.7
80	-0.6	-0.4	-0.1	+0.1	+0.4	+0.7	+1.0	+1.3	+1.7	+2.0
85	-1.9	-1.2	-0.4	+0.4	+1.2	+2.1	+3.0	+3.9	+4.9	+5.9
90	-3.2	-1.9	-0.7	+0.7	+2.1	+3.5	+5.0	+6.6	+8.2	+9.9
95	-4.6	-2.8	-0.9	+1.0	+3.0	+5.0	+7.2	+9.4	+11.8	+14.3
100	-6.1	-3.7	-1.3	+1.3	+3.9	+6.7	+9.6	+12.6	+15.8	+19.1
105	-7.7	-4.7	-1.6	+1.6	+5.0	+8.6	+12.3	+16.2	+20.3	+24.7
110	-9.6	-5.9	-2.0	+2.1	+6.3	+10.8	+15.5	+20.5	+25.7	+31.4
115	-11.9	-7.3	-2.5	+2.6	+7.9	+13.5	+19.4	+25.8	+32.6	+39.9
120	-14.7	-9.0	-3.1	+3.2	+9.9	+17.0	+24.7	+32.9	+41.9	+51.9
125	-18.5	-11.4	-3.9	+4.1	+12.7	+22.1	+32.5	+44.0	+57.2	+72.5

Таблица 4

**Поправки χ_{ϕ} за географическую широту места
для астрономических сумерек**

A_0	Географическая широта ϕ									
	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°
	М	М	М	М	М	М	М	М	М	М
55	+3.7	+2.3	+0.8	-0.8	-2.4	-4.1	-5.9	-7.7	-9.7	-11.7
60	+2.6	+1.6	+0.5	-0.5	-1.7	-2.8	-4.1	-5.3	-6.7	-8.0
65	+1.4	+0.9	+0.3	-0.3	-0.9	-1.6	-2.2	-2.9	-3.7	-4.4
70	+0.2	+0.1	+0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7
75	-1.0	-0.6	-0.2	+0.2	+0.6	+1.1	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0
80	-2.2	-1.4	-0.5	+0.5	+1.4	+2.5	+3.5	+4.6	+5.8	+7.0
85	-3.6	-2.2	-0.7	+0.8	+2.3	+3.9	+5.6	+7.4	+9.3	+11.2
90	-5.0	-3.1	-1.0	+1.1	+3.3	+5.6	+8.0	+10.5	+13.1	+15.8
95	-6.6	-4.1	-1.4	+1.4	+4.3	+7.4	+10.5	+13.9	+17.4	+21.1
100	-8.5	-5.2	-1.8	+1.8	+5.5	+9.5	+13.6	+17.9	+22.5	+27.4
105	-10.7	-6.5	-2.2	+2.3	+7.0	+12.0	+17.3	+22.9	+28.9	+35.2
110	-13.4	-8.2	-2.8	+2.9	+8.9	+15.4	+22.2	+29.6	+37.5	+46.1
115	-17.1	-10.6	-3.6	+3.8	+11.7	+20.2	+29.6	+39.8	+51.3	+64.3
120	-22.9	-14.3	-5.0	+5.2	+16.4	+29.0	+43.6	+61.1	+83.9	+123.6
125	-34.8	-22.3	-8.0	+8.9	+30.3	+63.4	—	—	—	—

Здесь A_0 – азимут точки восхода или захода Солнца для Одессы. Поправка χ_{ϕ} имеет знак, указанный в таблицах, для конца вечерних сумерек и меняет знак на противоположный для начала утренних сумерек.

Для второго часового пояса поправка χ_{λ} вычисляется по следующей формуле:

$$\chi_{\lambda} = \frac{\Delta\lambda}{1.00274 - \frac{\Delta\alpha}{24}},$$

где $\Delta\lambda = \lambda_0 - \lambda$ – разность долгот, выраженная в минутах времени; λ_0 – долгота Одессы; $\Delta\alpha$ – изменение прямого восхождения Солнца, Луны или планеты за сутки, выраженное в часах. Суточное изменение прямого восхождения $\Delta\alpha$ берется из соответствующих эфемерид как разность прямых восхождений между двумя последовательными моментами времени, деленная на интервал времени между ними, выраженный в сутках.

Приведенные здесь формулы могут использоваться и для пунктов, находящихся за пределами второго часового пояса. В этом случае киевское время T следует заменить на поясное или декретное (для России), а к поправке χ_{λ} , выраженной в минутах, необходимо прибавить величину (в часах), равную $N-2$ для поясного времени или $N-1$ для декретного времени, где N – номер часового пояса.

Если пункт находится во втором часовом поясе и при этом высокая точность не нужна или разность долгот $\Delta\lambda$ небольшая (менее 10 минут), то для Луны и

планет можно приближенно считать, что $\chi_\lambda = \Delta\lambda$. Для Солнца и сумерек в пределах второго часового пояса также можно считать, что $\chi_\lambda = \Delta\lambda$.

Географические координаты и разности долгот $\Delta\lambda$ для центров крупнейших населенных пунктов Украины и Молдовы можно найти из таблицы:

Пункт	φ о	λ о	$\Delta\lambda$ м	Пункт	φ о	λ о	$\Delta\lambda$ м
Винница	49.2	28.5	+9	Одесса	46.5	30.75	0
Днепропетровск	48.5	35.0	-17	Полтава	49.6	34.6	-15
Донецк	48.0	37.8	-28	Ровно	50.6	26.2	+18
Житомир	50.3	28.7	+8	Севастополь	44.6	33.5	-11
Запорожье	47.8	35.2	-18	Симферополь	45.0	34.1	-13
Ивано-Франковск	48.9	24.7	+24	Сумы	50.9	34.8	-16
Измаил	45.3	28.8	+8	Тернополь	49.6	25.6	+21
Киев	50.4	30.5	+1	Тирасполь	46.8	29.6	+5
Кировоград	48.5	32.2	-6	Ужгород	48.6	22.3	+33
Кишинев	47.0	28.8	+8	Харьков	50.0	36.3	-22
Луганск	48.5	39.3	-34	Херсон	46.6	32.6	-7
Луцк	50.8	25.3	+22	Хмельницкий	49.4	27.0	+15
Львов	49.8	24.0	+27	Черкассы	49.4	32.1	-5
Мариуполь	47.1	37.6	-27	Чернигов	51.5	31.3	-2
Николаев	47.0	32.0	-5	Черновцы	48.3	25.9	+19

Для указанных пунктов поправки χ_φ могут быть найдены интерполированием.



РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Научная литература:

- Астрономия. Век XXI. Век-2, Москва, 2008.
- Азимов А. Строительный материал вселенной. Вся галактика в таблице Менделеева. Центрполиграф, Москва, 2007.
- Аминова Т.П., Сарычева Л.И. Фундаментальные взаимодействия и космические лучи. Изд. 2, УРСС, Москва, 2009.
- Архангельская И.В., Розенталь И.Л., Чернин А.Д. Космология и физический вакуум. УРСС, Москва, 2006.
- Белецкий В.В. Очерки о движении космических тел. Изд.3, испр. и доп. УРСС, Москва, 2009.
- Бисноватый-Коган Г.С. Релятивистская астрофизика и физическая космология. УРСС, Москва, 2010.
- Боданис Дэвид. Электрическая Вселенная. Колибри, Москва, 2009.
- Бочкарев Н.Г. Основы физики межзвездной среды. Изд.2. УРСС, Москва, 2010.
- Бочкарев Н.Г. Магнитные поля в космосе. УРСС, Москва, 2010.
- Брюнне С. Большой атлас созвездий. Бертельсманн, 2007.
- Владимиров Ю.С. Классическая теория гравитации. УРСС, Москва, 2009.
- Гамов Г. Мистер Томпкинс в Стране Чудес, или истории о с, G и h. Перевод с английского. Изд.2, УРСС, Москва, 2003.
- Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. УРСС, Москва, 2008.
- Гриб А.А. Основные представления современной космологии. УРСС, Москва, 2008.
- Гринин Л.Е., Марков А.В., Коротаев А.В. Эволюция: космическая, биологическая, социальная. УРСС, Москва, 2009.
- Гусев Е.Б., Сурдин В.Г. Расширяя границы Вселенной (История астрономии в задачах). МЦНМО, Москва, 2003.
- Дэвис Пол. Проект Вселенной. Новые открытия творческой способности природы к самоорганизации. УРСС, Москва, 2009.
- Ефремов Ю.Н. Вглубь Вселенной. Звезды, галактики и мироздание. Изд.5, УРСС, Москва, 2009.
- Засов А.В., Кононович Э.В. Астрономия. УРСС, Москва, 2008.
- Иванов Б.Н. Мир физической гидродинамики: От проблем турбулентности до физики космоса. Изд.2, УРСС, Москва, 2010.
- Идлис Г.М. Революции в астрономии, космологии и физике. Изд.2, испр. и доп. УРСС, Москва, 2009.
- Карпенко Ю.А. Названия звездного неба. УРСС, Москва, 2009.
- Кононович Э.В. Солнце – дневная звезда. Изд. 2, испр. и доп. УРСС, Москва, 2009.
- Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии. Изд.6, испр. и доп., УРСС, Москва, 2009.
- Кусков О.Л., Дорофеева В.А., Кронрод В.А., Макалкин А.Б. Системы Юпитера и Сатурна: Формирование, состав и внутреннее строение крупных спутников. УРСС, Москва, 2009.
- Левитан Е.П. Физика Вселенной: Экскурсы в проблему. Изд.3, УРСС, Москва, 2009.
- Лидсей Дж. Э. Рождение вселенной. УРСС, Москва, 2005.
- Липунов В.М. В мире двойных звезд. Изд.2, УРСС, Москва, 2009.
- Лукаш В.Н., Михеева Е.В. Физическая космология. Физматлит, 2010.
- Малов И.Ф., Мачабели Г.З. Аномальные пульсары. Наука, Москва, 2009.

- Малов И.Ф. Механизмы космического излучения. УРСС, Москва, 2010.
- Малоун Дж. Нераскрытые тайны природы. Расширяющий кругозор экскурс в историю Вселенной с загадочными Большими взрывами. УРСС, Москва, 2004.
- Михайлов О.В. Антология полузабытых тайн Космоса, Земли, Моря, Техники, Истории: факты, версии, гипотезы неразгаданного. Научно-популярная серия. УРСС, Москва, 2005.
- Мичио Каку. Паралельные миры (Об устройстве мироздания, высших измерениях и будущем Космоса). «София», Москва, 2008.
- Николаев О.С. Физика и астрономия: Курс практических факультативных работ для средней школы. Изд.2, УРСС, Москва, 2010.
- Панов А.Д. Универсальная эволюция и проблема поиска внеземного разума (SETI). УРСС, Москва, 2008.
- Паннекук А. История астрономии. УРСС, Москва, 2010.
- Пенроуз Р. Путь к реальности, или законы, управляющие Вселенной. Полный путеводитель. УРСС, Москва, 2007.
- Перельман Я.И. Занимательная астрономия. Изд.10, УРСС, Москва, 2008.
- Попова А.П. Астрономия в образах и цифрах. УРСС, Москва, 2009.
- Смирнов О.Г. Эволюция Солнечной системы и глобальное изменение климата (открытия третьего тысячелетия). Спутник, Москва, 2010.
- Сурдин В.Г. Космос. Альманах "В Мире Науки". УРСС, Москва, 2006.
- Сурдин В.Г. Путешествия к Луне. УРСС, Москва, 2009.
- Тарасов Л.В. Окружающий мир-6. Природа Земли: прошлое, настоящее, будущее. Такая беспокойная планета. Ч. 6-1. УРСС, Москва, 2000.
- Тарасов Л.В. Вселенная: В просторах космоса: Книга для школьников... и не только. Изд.2 УРСС, Москва, 2008.
- Тарасов Л.В.. Земля – беспокойная планета: Атмосфера, гидросфера, литосфера: Книга для школьников... и не только. Изд. 2. УРСС, Москва, 2008.
- Толмен Р. Относительность, термодинамика и космология. Пер. с англ. Изд.2, испр. УРСС, Москва, 2009.
- Торн К. Черные дыры и складки времени: Дерзкое наследие Эйнштейна. Пер. с англ., УРСС, Москва, 2009.
- Ушаков И. История науки сквозь призму озарений: Пути познания Вселенной. Кн.1, УРСС, Москва, 2009.
- Фортов В.Е. Экстремальные состояния вещества. УРСС, Москва, 2009.
- Хокинг С. Мир в ореховой скорлупке: Новейшие тайны Вселенной в кратком и красочном изложении. УРСС, Москва, 2008.
- Хокинг С., Пенроуз Р. Большое, малое и человеческий разум. УРСС, Москва, 2008.
- Хокинг С. Черные дыры и молодые Вселенные. Амфора, С.-Пб., 2008.
- Циклы активности на Солнце и звездах. Сборник статей. С.-Пб., 2009.
- Черепащук А.М., Чернин А.Д. Вселенная, жизнь, черные дыры. УРСС, Москва, 2007.
- Шварцшильд М. Строение и эволюция звезд. Пер. с англ. Изд.4. УРСС, Москва, 2009.
- Шустов Б. Астероидно-кометная опасность: вчера, сегодня, завтра. Физматлит, Москва, 2010.
- Юревич В.А. Астрономия доколумбовой Америки. Серия "Академия фундаментальных исследований: история астрономии". УРСС, Москва, 2004.
- Адрес УРСС в Интернете: www.urss.ru, E-mail: urss@URSS.ru, Интернет-магазин: orders@URSS.ru Тел.+7(499)724-25-45
- Заказ книг в Украине: Журнал «Вселенная, Пространство, Время» на сайте журнала: <http://wselennaya.com/> по тел. (093)990-47-28, (050)960-46-94

Астрономические учреждения России и Украины

Государственный Астрономический Институт им. П.К.Штернберга (ГАИШ) при МГУ – <http://www.sai.msu.ru>; <http://www.astronet.ru>
Астрономия в Санкт-Петербургском ун-те – <http://www.astro.spbu.ru/astro/win/index.html>
Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория (ГАО РАН) – <http://www.gao.spb.ru/>
Институт прикладной астрономии (ИПА РАН) – <http://www.ipa.rssi.ru>
Астрокосмический центр Физического института РАН (АКЦ ФИАН) – <http://sites.lebedev.ru/asc/>; <http://radioastron.ru/>
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 (CAO) – <http://www.sao.ru/>
Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН – <http://www.ioffe.rssi.ru/>
Национальное космическое агентство Украины – <http://www.nkau.gov.ua/nsau/nkau.nsf/indexR>
Главная астрономическая обсерватория НАН Украины – <http://www.mao.kiev.ua/>
Радиоастрономический институт НАН Украины – <http://www.ira.kharkov.ua/>
Крымская астрофизическая обсерватория – <http://www.crao.crimea.ua/old/index.html>
Николаевская астрономическая обсерватория – <http://www.mao.nikolaev.ua/>
Астрономическая обсерватория Киевского ун-та – <http://www.observ.univ.kiev.ua>
Астрономическая обсерватория Львовского ун-та – <http://www.astro.franko.lviv.ua>
Астрономическая обсерватория Одесского ун-та – <http://www.astro-observ.odessa.ua>
Астрономическая обсерватория Харьковского ун-та – <http://www.univ.kharkov.ua/astron/>
Кафедра астрономии Киевского ун-та – <http://space.univ.kiev.ua>
Кафедра астрономии Одесского ун-та – <http://www.chair.astro-observatory.odessa.ua>
Кафедра астрономии Харьковского ун-та – <http://www.univ.kharkov.ua/astron/>
Одесский Планетарий: <http://planetarium.chat.ru>

Астрономические общества

IAU- Международный астрономический союз <http://www.iau.org>
Европейское астрономическое общество <http://www.iap.fr/eas/index.html>
Украинская астрономическая ассоциация <http://www.uaa.astronomy.org.ua>
Евро-Азийское астрономическое общество : <http://www.sai.msu.ru/EAAS/rus/>
Астрокурьер – информационное издание Астрономического Общества: <http://www.sai.msu.ru/EAAS/rus/astrocourier/index.html>
Одесское астрономическое общество: www.astro-soc.odessa.ua

Электронные астрономические сведения

Известия науки – <http://www.inauka.ru/>
Открытый колледж по астрономии – <http://www.college.ru/astronomy/>
Обзоры электронных е-принтов по астрофизике Астрономическая Научная Картинка Дня – <http://www.astronet.ru/db/anka.html>
Астрогалактика – <http://astrogalaxy.ru/index.html>
Элементы большой науки – <http://elementy.ru>
Журнал Вселенная – <http://www.wselennaya.com/>; <http://www.vselennaya.kiev.ua>
Сайт журнала “Новости Космонавтики” – <http://www.novosti-kosmonavtiki.ru/>
Электронная библиотека астрономической литературы – <http://astro-archive.prao.ru/books/books.php>

АБИТУРИЕНТАМ И ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ



ПРИГЛАШЕНИЕ

НА АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

Одесского национального университета
имени И.И.Мечникова

Отделение готовит квалифицированных специалистов в области
АСТРОНОМИИ И КОСМИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Набор – 10 человек на бюджетной основе и 15 человек на контрактной.

Обучение *стационарное*. **Сертификаты** – украинский язык и литература,
физика, математика или химия.

История физического факультета ОНУ имени И.И.Мечникова началась в 1865 году с основанием Императорского Новороссийского университета, в составе которого с момента его основания был физико-математический факультет, и была учреждена кафедра астрономии.

Профессорско-преподавательский состав кафедры астрономии и других кафедр факультета и университета обеспечивают высокое качество подготовки бакалавров, специалистов и магистров.

На кафедре астрономии осуществляется *прием в магистратуру и аспирантуру* выпускников других учебных заведений.

Студенты-астрономы проходят подготовку и практику в астрономической обсерватории университета, на крупнейших в Украине оптических и радиотелескопах НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория», Радиоастрономического института НАН Украины, Высокогорной российской-украинской обсерватории на пике Терскон (Кавказ), Выгорладской обсерватории в Словакии и других ведущих обсерваторий.

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/astronomiy>

В ГОСТЯХ У МУЗЫ УРАНИИ

Такие разные поэты, но их взор устремляется к звездам, Солнцу, Луне, планетам... Вслушайтесь в музыку этих стихотворений.

Константин Бальмонт

Поэт – символист (1867–1942), один из самых заметных представителей поэзии Серебряного века. Яркие краски, решительность, энергия и необыкновенная нежность характерны для его стихов. По его словам: «символисты пересоздавая вещественность сложной своей впечатлительностью, властвуют над миром и проникают в его мистерии».

ЗОЛОТАЯ ЗВЕЗДА

Золотая звезда над Землею в пространстве летела,
И с Лазури на сонную Землю упасть захотела.

Обольстилась она голубыми земными цветами,
Изумрудной травой и шуршащими в полночь листьями.

И, раскинувши путь золотой по Лазури бездонной,
Полетела как ангел – как ангел преступно-
влюбленный.

Чем быстрее улетала она, тем блистала яснее,
И горела, сгорала, в восторге любви пламеня.

И, зардевшись блаженством, она уступила бессилью,
И, Земли не коснувшись, рассыпалась яркою пылью.

В ЧАС ВЕЧЕРНИЙ

Зачем в названьи звезд отравленные звуки –
Змея, и Скорпион, и Гидра, и Весы?
– О, друг мой, в царстве звезд все та же боль разлуки,
Там так же тягостны мгновенья и часы.

О, друг мой, плачущий со мною в час вечерний,
И там, как здесь, царит Судьбы неправый суд,
Змеей мерцает ложь, и гидра жгучих терний –
Отплата мрачная за радости минут.

И потому теперь в туманности Эфира
Рассыпались огни безвременной росы,
И дышат в темноте, дрожат над болью Мира –
Змея, и Скорпион, и Гидра, и Весы.

ЮЖНЫЙ ПОЛЮС ЛУНЫ

Южный полюс Луны задремал, он уснул между гор
величавых,
Поражающих правильной формой своей.
Это – мысль, заключенная в стройных октавах,
Эти горы живут без воды, в полосе неподвижных
лучей, –

Ослепительно ярких, как ум, и лежащихся отблеском
странным
На долины, что спят у подножия гор,
Между кратеров мертвых, всегда светлотканных,
Вечно тихих, нетронутых тьмой, и ничей не
ласкающих взор.

Эти страшные горы горят неподвижностью вечного
света,
Над холодным пространством безжизненных снов,
Это ужас мечты, это дума веков,
Запредельная жизнь Красоты, беспощадная ясность
Поэта.

Юнна Мориц

Современная поэтесса, родилась в 1937 г. в Киеве. Ее стихи написаны в лучших традициях классической поэзии и иллюстрированы авторской графикой.

* * *

Мое созвездье – Близнецы,
Моя стихия – воздух.
Меркурий, сердолик, среда
Приносят мне удачу.
И, как считают мудрецы,
Такой расклад на звездах –
Что в среду или никогда
Я что-нибудь да значу.

Меркурий плавает во мгле,
А сердолик – в Тавриде,
А на земле – моя среда
Приносит мне удачу.
И в среду – я навеселе,
Я в среду – в лучшем виде,
Ах, в среду или никогда
Я что-нибудь да значу!

И если кто-нибудь отверг
В издательстве мой сборник,
Когда была я молода
И жизнь вела собачью, –
Так значит, было то в четверг,
В четверг или в во вторник, –
Ведь в среду или никогда
Я что-нибудь да значу.

Когда в один из прочих дней
Я стану легким светом,
Где в роге Млечного Пути
Пылают спирты созвездий, –
Тогда я напишу ясной
Об этом же, об этом, –
Откройся, третий глаз, прочти
Мои благие вести!

Николай Заболоцкий

Русский поэт (1903–1958). Умение видеть мир глазами художника осталось у него на всю жизнь.

ПРОТИВОСТОЯНИЕ МАРСА

Подобно огненному зверю,
Глядишь на землю ты мою,
Но я ни в чем тебе не верю
И славословий не пою.
Звезда зловещая! Во мраке
Печальных лет моей страны
Ты в небесах чертила знаки
Страдания, крови и войны.
Когда над крышами селений
Ты открывала сонный глаз,
Какая боль предположений
Всегда охватывала нас!
И был он в руку – сон зловещий:
Война с ружьем наперевес
В селеньях жгла дома и вещи
И угоняла семьи в лес.
Был бой и гром, и дождь и слякоть,
Печаль скитаний и разлук,
И уставало сердце плакать
От нестерпимых этих мук.
И над безжизненной пустыней
Подняв ресницы в поздний час,
Кровавый Марс из бездн синей
Смотрел внимательно на нас.

И тень сознательности злобной
Кривила смутные черты,
Как будто дух звероподобный
Смотрел на землю с высоты.
Тот дух, что выстроил каналы
Для неизвестных нам судов
И стекловидные вокзалы
Средь марсианских городов.
Дух, полный разума и воли,
Лишенный сердца и души,
Кто о чужой не страдает боли,
Кому все средства хороши.
Но знаю я, что есть на свете
Планета малая одна,
Где из столетия в столетье
Живут иные племена.
И там есть муки и печали,
И там есть пища для страстей,
Но люди там не утеряли
Души единственной своей.
Там золотые волны света
Плывут сквозь сумрак бытия,
И эта милая планета –
Земля воскрешая моя.

1956

Владимир Безденежный

Астроном и поэт.

* * *

Светила яркая Луна
В три четверти была она
По фазе на подъёме,
Находясь в большом проёме,

Увенчанная звёздным гербом,
К Юпитеру своим ушербом.
Она к западу плыла,
К своему ночному закату.

Столь величавою была,
И за величие не требовала плату.

НА ТЕМУ

Столько звёзд, как микробов в воздухе,
Их невозможно точно сосчитать,
Но говоря в научном духе,
Тут математика под стать,

Количество их можно оценить.
Цепочка умозаключений
Как интересных приключений,
Дает нам алгоритма нить.

С заданной неяркой первой строчкой
Поэт справился, закончив дело точкой.

Тамара Лысак

Руководитель астрономического клуба Урания при Керченском городском центре детского и юношеского творчества, выпускница Одесского национального университета им. И.И.Мечникова.

ТАЙНЫ БЫТИЯ

В бездонных безднах Мироздания
Хранятся тайны бытия
К тем удивительным познаниям
Всю жизнь мою стремлюся Я.

Порталы времени открыты,
На крыльях мысли воспаря,
Великий Космос – бог событий
Мне дал понять, что все не зря:

Рождение, смена поколений
Огонь сжигающих томлений,
Мы – дети звезд, в нас их пожар.
Короткий миг, вселенский дар!

СМЫСЛ ЖИЗНИ

В июне ночь напоена
Настоем чабреца, полыни,
Но степь не спит, и здесь, в долине
Поют цикады, а сверчки
В такт с небом вскинули смычки.
Под шепот звезд и шелест моря
Я с вечностью уже не спору.
И с замиранием смотрю,
Как всходит красноватый Арес,
Потом – блистательный Антарес!
Вот вечный странник-метеор
Закончил путь в Ковше над морем.
Какой возвышенный простор
Душе и духу, априори.
И с этой ночи я на «ты»
С великим Космосом отныне
И окуляра глаз не стынет,
Мне кажется, сбылись мечты!
Здесь не устану любоваться
Я звездным роем М 13,
А в Андромеде – бледный остров
Мне шепчет – смысл жизни в звездах!

Иван Андронов

Профессор, астроном и поэт.

НОВОГОДНЕЕ

Проходит год, трудами полный,
И снова — новый горизонт.
Что принесет, какие волны?
Куда ведет нас жизни мост?

С большим хочу я оптимизмом
Смотреть в грядущие года,
И пожелать: чтоб в нашей жизни
Исчезли беды навсегда;

Чтобы здоровье было крепким;
Успехов длинным ряд, статей;
Поездок новых интересных
И плодотворнейших идей;

Учителей нам добрых, мудрых,
Что в мир откроют Знания дверь;
Учеников упорных, чуждых,
Что превзойдут нас — ты поверь!

Коль были б все открыты двери,
То было б сложно выбрать путь.
Но ураганные метели
Придется все же обогнуть!

В большой флотилии плывущий
На малом судне капитан
Чтоб обеспечить хлеб насущный,
Чтоб повидать побольше стран,

Чтоб сохранить корабль целым,
Чтоб дать возможность процветать
Команде должен быть примером,
И от невзгод оберегать.

Горит огонь энтузиазма —
Его столь важно поддержать
И из идей довольно разных
Нам оптимальную создать!

Вся жизнь идет в сплошном движении,
Так пусть без кочек будет путь!
И пусть успехи в восхищенье
Друзей всех наших приведут!

Путь каждый, как звезда в созвездье
Сияет ярко и легко!
К Прогрессу путь проходим вместе
Хотелось бы, чтоб далеко!

Пусть личность будет многогранной,
Взойти на личный Эверест
Помогут пусть друзья команды,
Что лишь усиливают блеск!

Пушай находится в движении
Корабль каждый, вдалеке несет
Задора, Счастья и Умения
И Процветания полет!

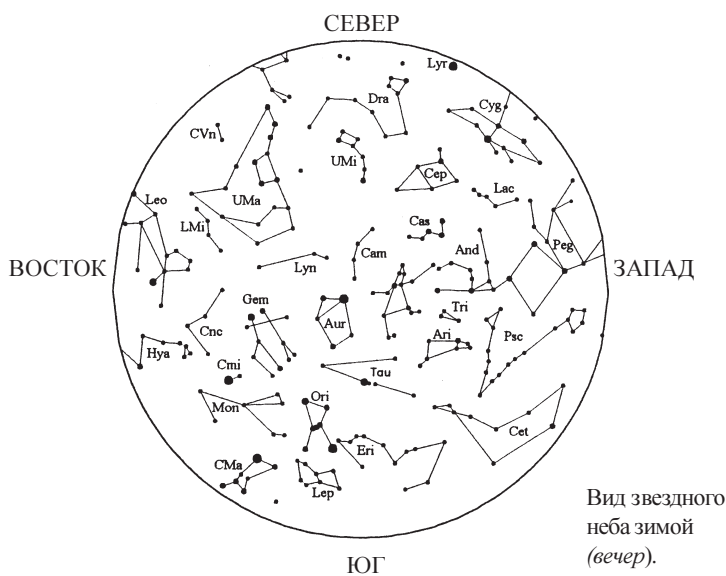
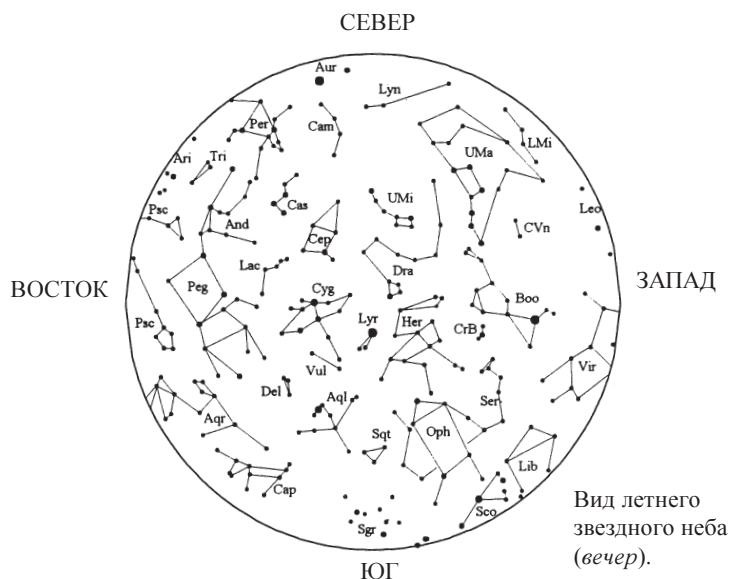
Студенты пусть гранит науки
Успешно в модулях грызут,
Не оставляя время скуке,
К вершинам Знания идут!

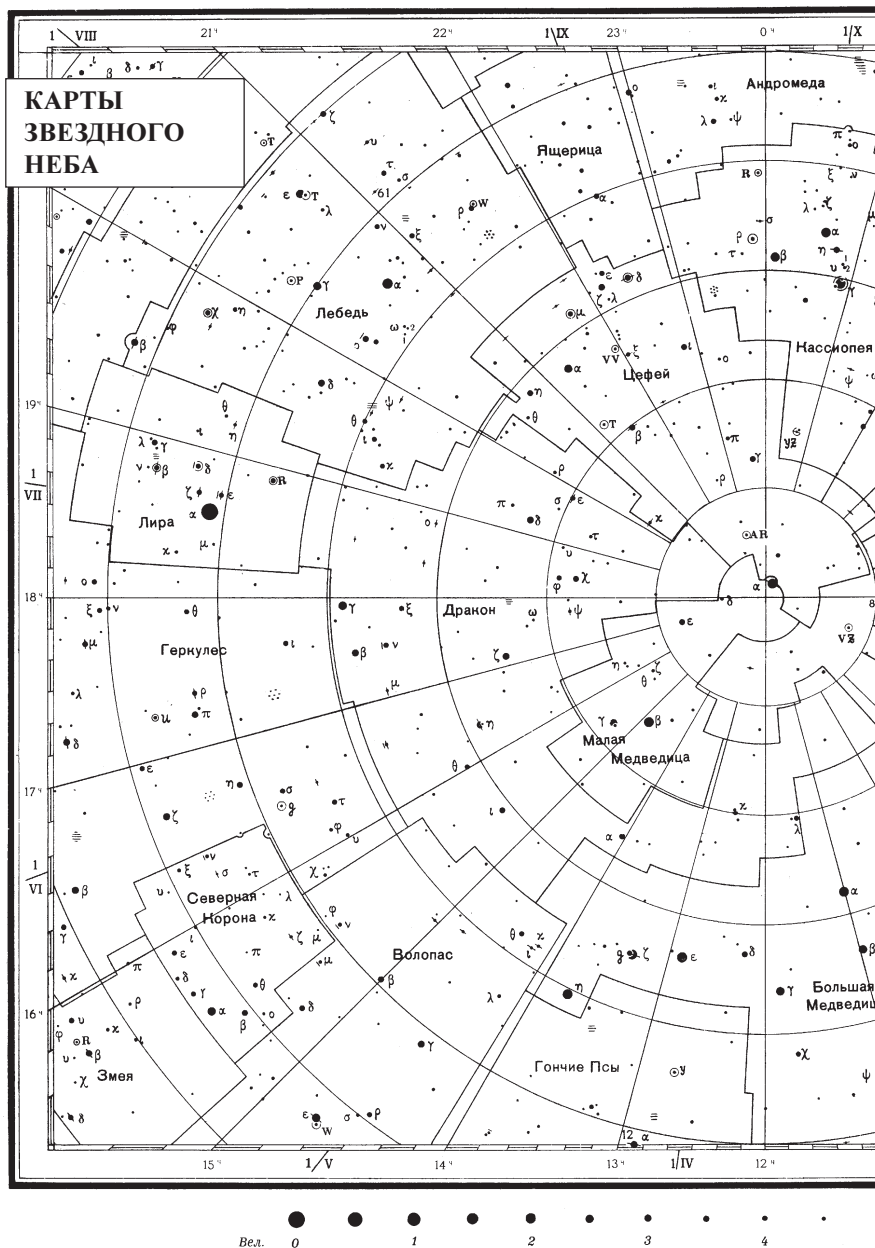
Пушай намеченные планы
Командой сможем воплотить
Стране во благо и нам с вами!
И не терять дороги нить!

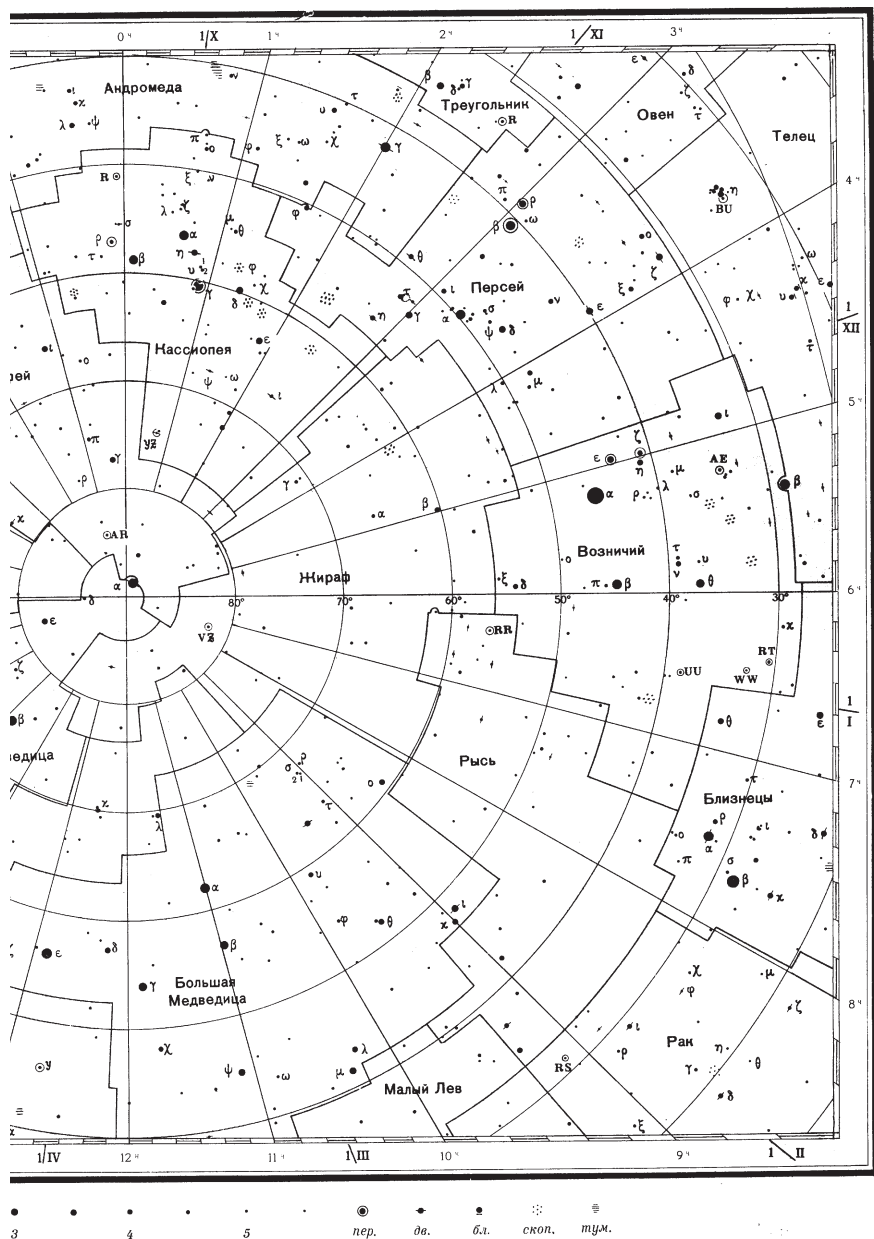
Пусть путеводной к Счастью будет
Наш взор манящая звезда!
Хоть путь за ней далек и труден,
Но в жизни цель всегда нужна!

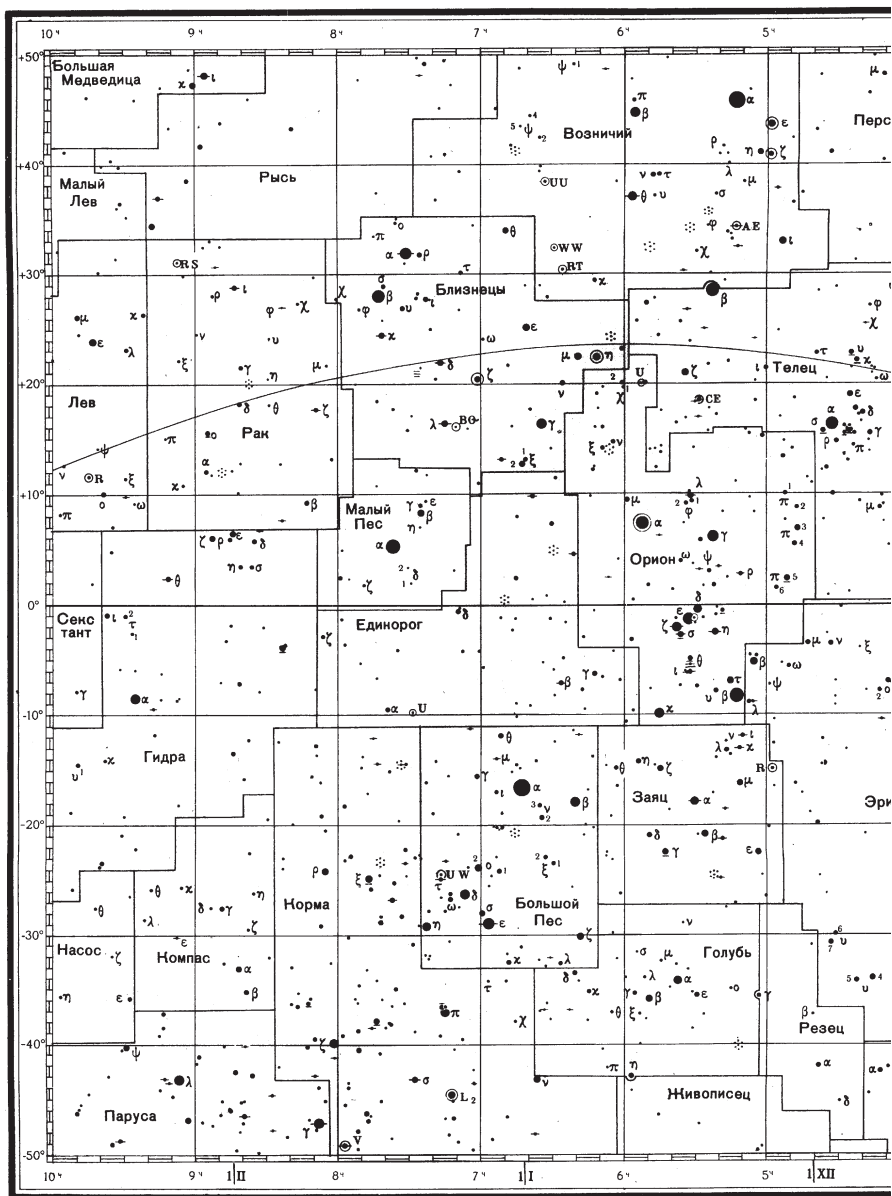
Желаю радостного смеха,
Чтоб жизнь была повеселей;
И чтобы жизни нашей вехи
Добром светили для людей!

ВИД ЗВЕЗДНОГО НЕБА НА ЮГЕ УКРАИНЫ

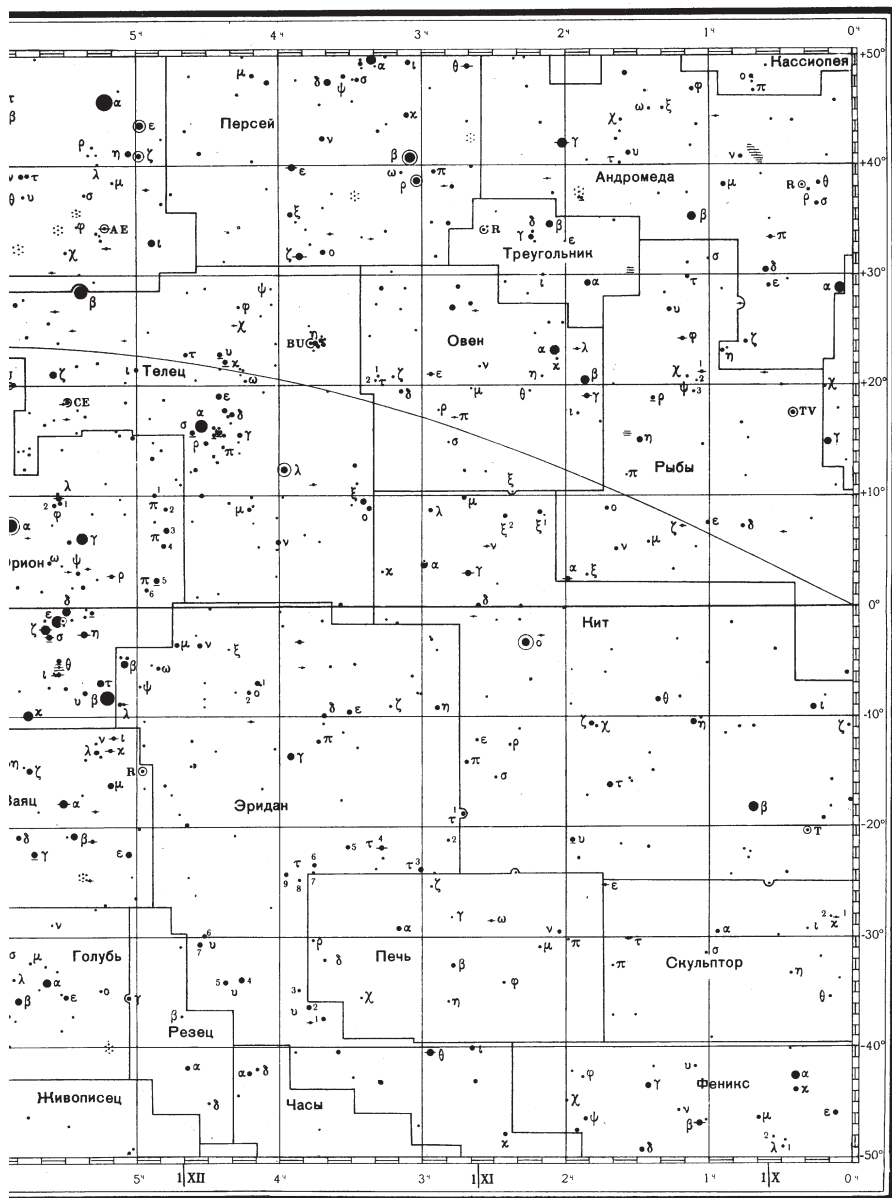




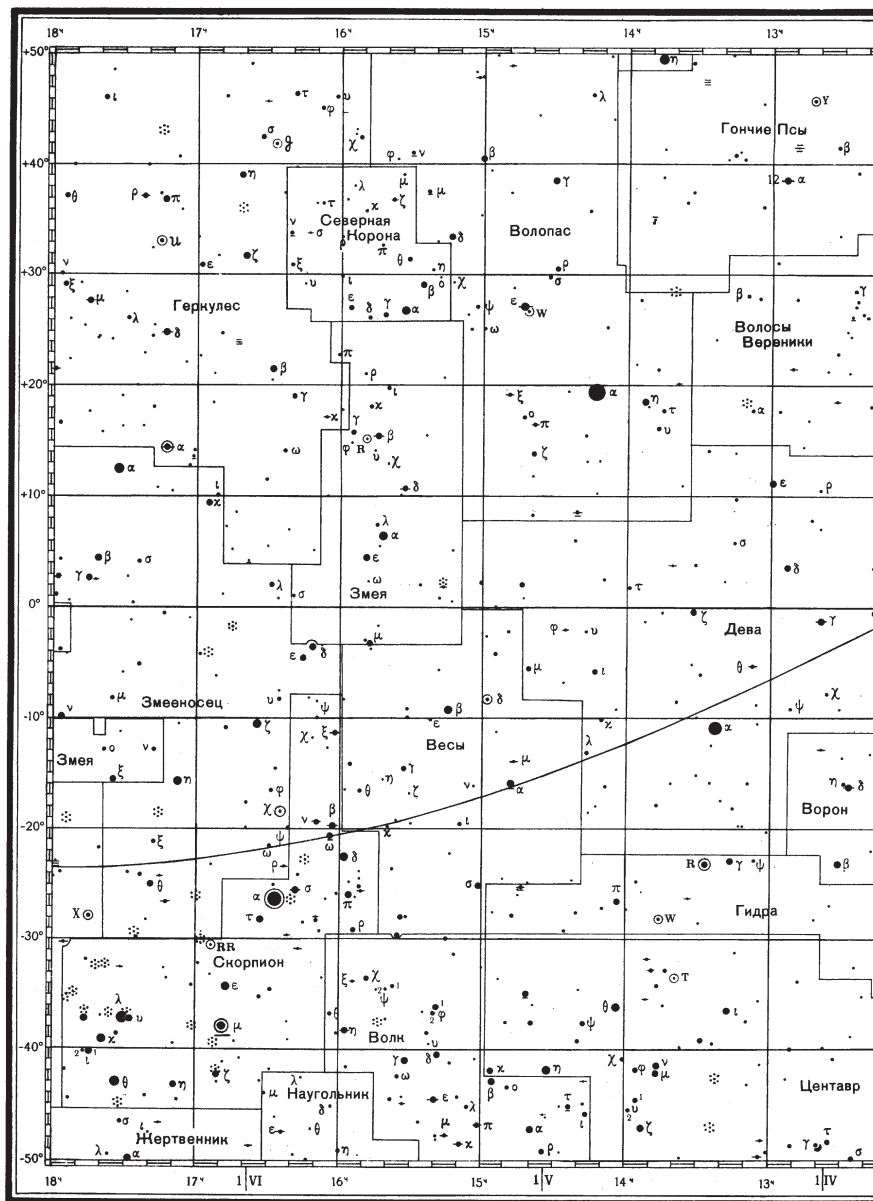




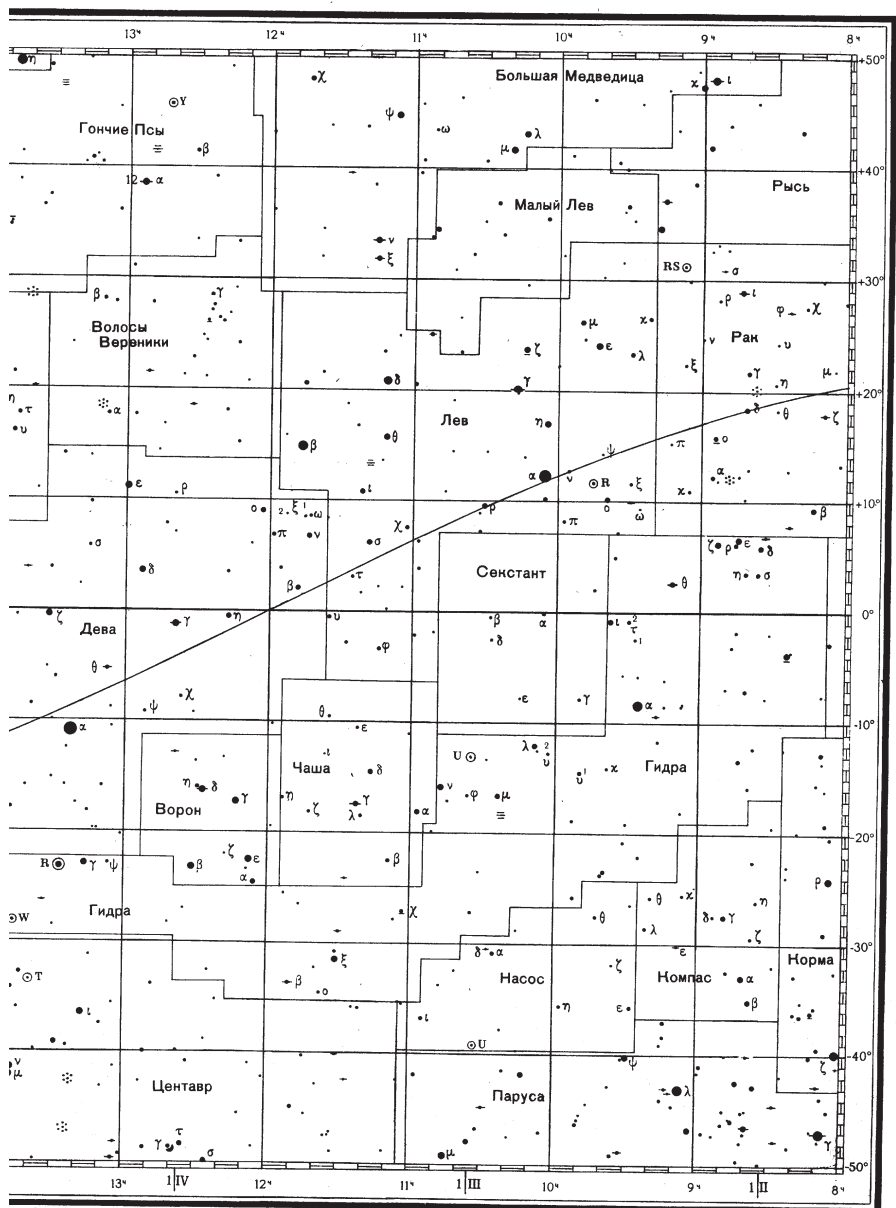
Вел. 0 1 2 3 4 5



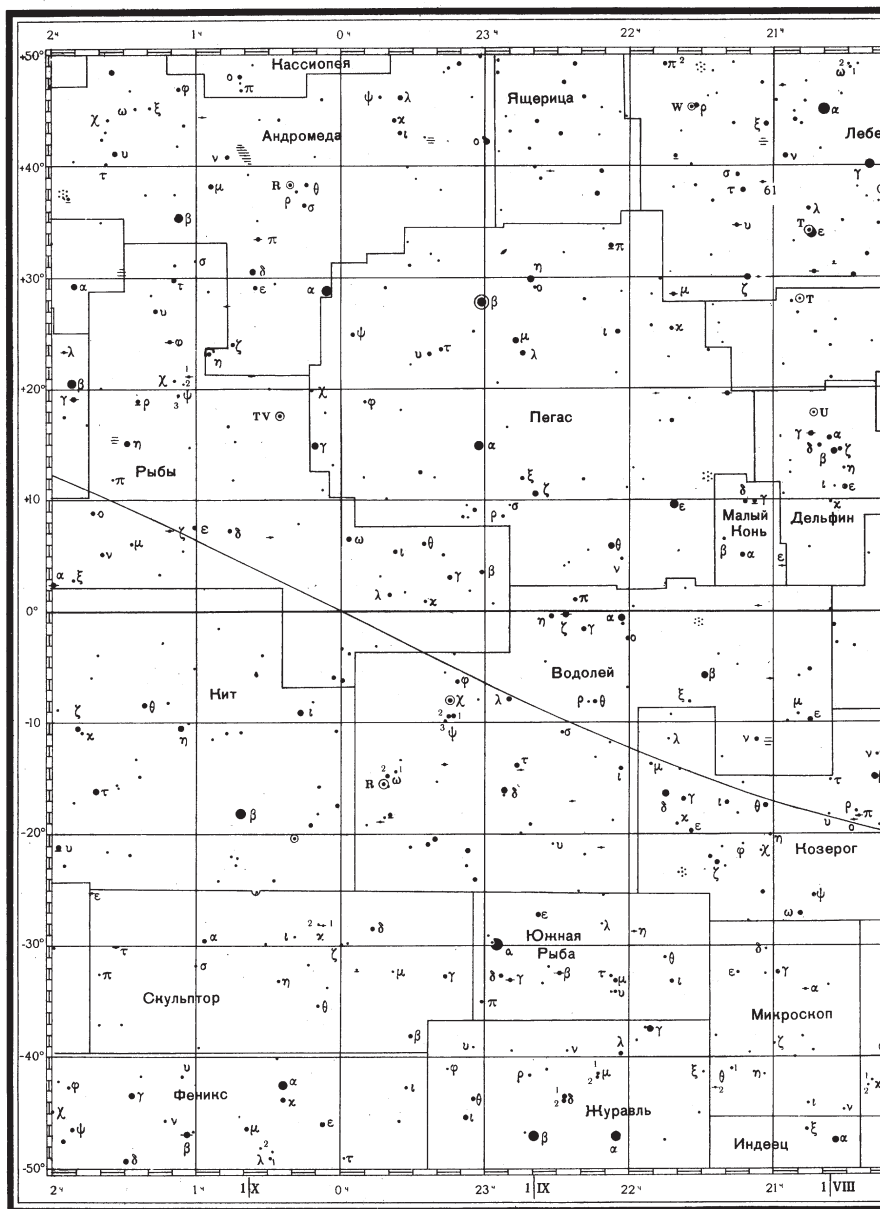
• 3 • 4 • 5 • пер. • дв. • бл. • скоп. • тум.

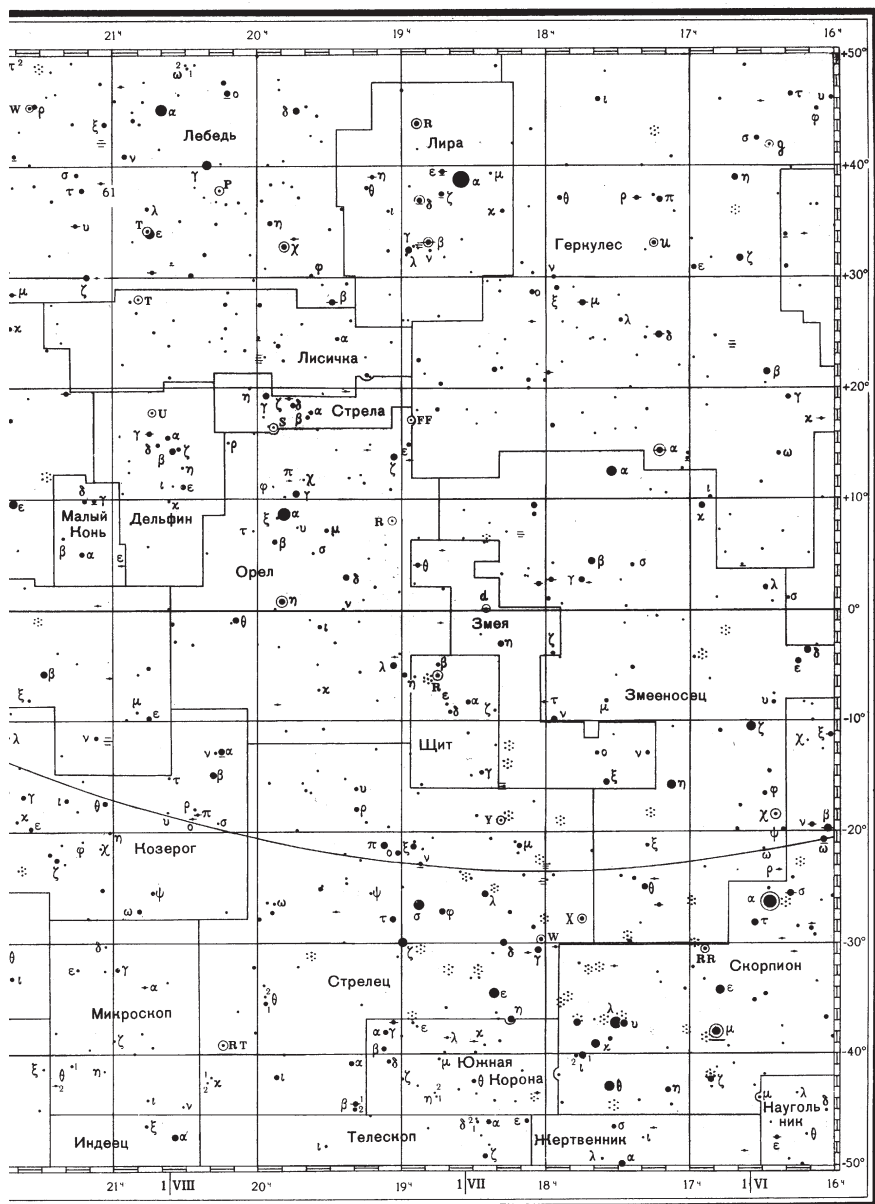


Вел. 0 1 2 3 4



• 4 • 5 ☉ пер. ♦ дв. ● бл. ☼ скоп. ☼ тум.





• • • • •
4 5 пер. дв. бл. скоп. тум.

Одеський астрономічний календар (ОАК-2011) призначений для широкого кола читачів, починаючи з школярів та закінчуючи астрономами-професіоналами. Надані в ньому відомості згодяться також пересічним громадянам, адвокатам, слідчим, яким треба знати час сходу та заходу Сонця, Місяця та початку сутінків, вчителям шкіл різного рівня для викладання астрономії і проведення практичних занять, а також студентам коледжів, вищих навчальних закладів. Багато корисного тут знайдуть аматори астрономії, усі, хто цікавиться проблемами астрономії та застосуванням астрономічних даних. Астрономи-професіонали можуть застосовувати календар як посібник-довідник.

До календаря (ОАК-2011), крім опису основних астрономічних явищ року і таблиць, що визначають положення небесних світил на небі і час спостережень астрономічних явищ, увійшли також науково-популярні нариси з цікавих питань астрономії та ювілейні матеріали. Цей випуск календаря продовжує традицію і присвячено одній з найважливіших проблем астрофізики – космології та космофізики. В календарі також відмічено 50-річчя першого польоту в космос колажем та статтями про польоти людини в космос і про «головного теоретика космонавтики» М.В.Келдиша до 100-річчя з дня його народження.

Науково-популярне видання

ОДЕСЬКИЙ АСТРОНОМІЧНИЙ КАЛЕНДАР 2011

Випуск 12

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 03.12.2010.

Формат 60х84/16. 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

Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК №1373 від 28.05.2003 р.