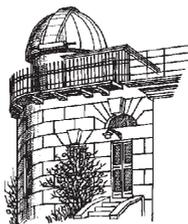


**ОДЕССКИЙ
АСТРОНОМИЧЕСКИЙ
КАЛЕНДАРЬ**

2004



Одесса
“Астропринт”
2003

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

Одесский астрономический календарь (ОАК-2004) предназначен для широкого круга читателей, интересующихся проблемами астрономии и применением астрономических данных. Собранные в Календаре сведения могут пригодиться профессиональным работникам, нуждающимся в определении времени заходов и восходов Солнца и Луны и наступления сумерек, астрономам-профессионалам и любителям астрономии. Данный Календарь может быть использован учителями школ разного уровня для преподавания астрономии, а также студентами колледжей и вузов. В календаре традиционно, кроме описания основных астрономических явлений года и таблиц, определяющих положения небесных светил и время наблюдений астрономических явлений на небесной сфере, включены также очерки по интересным вопросам. В данный выпуск календаря включены очерки, посвященные исполняющемуся в 2004 году (4 марта) столетию со дня рождения крупнейшего физика, астрофизика и космолога XX столетия Георгия Антоновича Гамова, ученого, родившегося в Одессе и проведшего здесь отрочество и юность.

The Odessa Astronomical Calendar (OAC-2004) is intended for the wide range of the readers, who are interested in the problems of astronomy and practical use of the astronomical data. An information which is gathered in the Calendar can be useful for professional workers who need to determine the moments of the sunrises, sunsets, and the beginning of twilight, the rise and set moments of the Moon. The Calendar can also be useful for astronomy amateurs. It can be used by the school's teachers for the delivering of astronomical classes, by the college and University students. Together with traditional information about the main annual astronomical events and the tables with positions of celestial bodies and the time of observation of the astronomical events, the reader can find in the Calendar some interesting essays and articles on astronomical problems. Present issue includes articles about the centenary of the birth (4 March 2004) of the famous physicist, astrophysicist and cosmologist of the XX century George A. Gamow, who was born in Odessa and spent here his youth age.

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: **И. Л. Андронов**, проф., д-р физ.-мат. наук, **М. Ю. Волянская**, канд. физ.-мат. наук, **Г. А. Гарбузов**, канд. физ.-мат. наук, **Н. С. Комаров**, проф., д-р физ.-мат. наук, **Н. И. Кошкин**, канд. физ.-мат. наук, **В. А. Позигун**, канд. физ.-мат. наук, **М. И. Рябов**, канд. физ.-мат. наук.

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.

© 1605000000-199 Без объявл.
318-2003

ISBN 966-318-028-5

© Одесская астрономическая
обсерватория, 2003

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие (В.Г.Каретников)	4
Табель-календарь на 2004 год (Н.И.Кошкин)	5
Основные термины и обозначения (В.Г.Каретников)	6
Время и его определение (В.Г.Каретников)	7

ОСНОВНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Явления и события 2004 года (В.В.Михальчук)	8
Эфемериды Солнца и Луны (В.В.Михальчук)	9
Астрономическая рефракция (В.В.Михальчук)	35
Начало и окончание сумерек (В.В.Михальчук)	37
Затмения Солнца и Луны (В.В.Михальчук)	45
Покрывтия звезд и планет Луной (В.В.Михальчук)	51
Планеты и их эфемериды (В.В.Михальчук)	54
Физические эфемериды Солнца, Луны, Марса, Юпитера и Сатурна (В.В.Михальчук)	77
Прохождение Венеры по диску Солнца 8 июня 2004 года (В.В.Михальчук)	83
Расчет эфемерид для других мест (В.В.Михальчук)	85
Спутники планет (В.В.Михальчук)	89
Эфемериды ярких астероидов (Н.И.Кошкин)	105
Периодические кометы в 2004 году (К.И.Чурюмов)	118
Метеоры и метеорные потоки (Ю.М.Горбанев)	123
Характеристики ярких звезд (Н.С.Комаров)	128
Двойные и кратные звезды (В.Г.Каретников)	130
Переменные звезды (И.Л.Андронов)	133
Звездные скопления, туманности и галактики (В.А.Позигун)	139

ПОПУЛЯРНЫЕ ОЧЕРКИ

Жизнь и космология Гамова (А.Д.Чернин)	142
История космологии (И.Л.Андронов)	149
Химическая эволюция звезд и Вселенной (Н.С.Комаров)	161
Георгий Гамов – физик XXI века (Г.С.Бисноватый-Коган)	170
Солнце и геомагнитная обстановка в 2003 году (В.Н.Ишков)	172
Прохождения Венеры по диску Солнца (В.В.Михальчук)	182
Прогулка по звездному небу (В.А.Позигун)	186
Календари. Египетский календарь (М.Ю.Волянская)	193
Маятниковые часы и их история (М.Ю.Волянская)	196
Новости космонавтики (М.И.Рябов)	201
Конференция “Взаимодействующие двойные звезды” (И.Л.Андронов)	209
Четвертая Гамовская летняя астрономическая школа (М.И.Рябов)	212
Двадцатипятилетие работы ЗАШ (И.Л.Андронов)	214
Областная и городская учительские конференции в Одессе (М.И.Рябов)	216
Памяти Николая Сергеевича Комарова (В.Г.Каретников)	218

ПРИЛОЖЕНИЯ

Названия и обозначения созвездий и небесных тел (М.Ю.Волянская)	222
Юлианские даты и их вычисление (И.Л.Андронов)	224
Астрономические организации Украины (В.Г.Каретников)	225
Астрономические Интернет-ресурсы (И.Л.Андронов, М.И.Рябов)	230
Рекомендованная литература по астрономии (В.Г.Каретников)	233
В гостях у музы Урании (О.Е.Мандель)	234
Вид звездного неба на юге Украины (Н.И.Кошкин)	239
Карты звездного неба (Н.И.Кошкин)	240

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий выпуск “Одесского астрономического календаря” на 2004 год (ОАК-2004) является пятым выпуском возрожденного одноименного издания, которое выпускалось Астрономической обсерваторией Новороссийского (ныне Одесского национального) университета в начале прошедшего XX века под руководством директора обсерватории и заведующего кафедрой астрономии, доктора астрономии, профессора Александра Яковлевича Орлова (1880-1954), академика АН УССР, члена-корреспондента АН СССР. Опыт издания календаря на 2000, 2001, 2002 и 2003 годы оказался удачным и показал необходимость продолжения его выпуска с расширением географии применения на всю Украину.

“Одесский астрономический календарь” (ОАК-2004) предназначен для удовлетворения интереса и запросов широкого круга читателей и любителей астрономии Украины. Его основная цель состоит в обеспечении интересующегося проблемами астрономии читателя сведениями об астрономических явлениях 2004 года, видимых невооруженным глазом, либо с применением небольших оптических приборов. Одесский астрономический календарь может в значительной степени компенсировать нехватку учебников по астрономии для средних школ, гимназий, лицеев, а также колледжей и вузов. Особенно полезен он при проведении практических занятий по астрономии.

Материалы, содержащиеся в календаре, подготовлены сотрудниками НИИ “Астрономическая обсерватория” и членами кафедры астрономии Одесского национального университета им.И.И.Мечникова в сотрудничестве с преподавателями и научными сотрудниками Одесской национальной морской академии (В.В.Михальчук) и Одесской радиоастрономической обсерватории Радиоастрономического института НАНУ (М.И.Рябов) по оригинальным программам и с использованием материалов, содержащихся в справочных изданиях. В разделе “Содержание” отмечены фамилии всех авторов данного календаря, подготовивших отдельные главы и содержащийся в нем справочный материал.

Коллектив редколлегии Одесского астрономического календаря “ОАК-2004” 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 таков:

*Украина, 65014, г.Одесса, парк им.Т.Г.Шевченко,
НИИ “Астрономическая обсерватория” при ОНУ,
редколлегии Одесского астрономического календаря.*

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.

Главный редактор В.Г.Каретников

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Астрономическая единица* (а.е.) – расстояние от Земли до Солнца ($149.5 \cdot 10^6$ 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 ($3,086 \cdot 10^7$ 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 двух небесных тел при элонгации 90° .
- Противостояние* – положение небесного тела при элонгации 180° .
- Соединение* – положение небесного тела при элонгации 0° (различают нижнее и верхнее).
- Кульминация* – прохождение небесного светила через небесный меридиан.
- Эфемериды* – расчетное указание времени и места нахождения небесного тела.
- Возраст Луны* (ВЛ) – возраст Луны в сутках, отсчитываемый от новолуния.
- Фаза Луны* – величина освещенной части диска (в новолуние 0.0, в полнолуние 1.0).
- T_0 – всемирное время (местное солнечное время на нулевом меридиане в Гринвиче).
- T_n – поясное время (в Украине $T_n = T_0 + 2$ часа), T_3 – летнее время ($T_n = T_0 + 3$ часа).
- t_n – поясное время восходов (t_n), кульминаций (t_k), заходов (t_3) небесных тел.
- τ – продолжительность видимости небесного тела в часовой мере.
- η – уравнение времени, связывающее истинное и среднее солнечное время.
- 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_0 – географическая долгота места наблюдений ($\lambda_0 = 30.7^\circ$ для Одессы).
- φ – географическая широта места наблюдений ($\varphi_0 = +46.5^\circ$ для Одессы).
- A – азимут восхода (A_p) и захода (A_3) небесного тела (для Одессы A_0).
- 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 при ее затмениях.
- ρ – 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.

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_n , летом – летнее T_d , отличающееся от поясного на 1 час. Его еще называют киевским временем, и оно едино для всей Украины.

Для связи времени разных странах 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 $T_n = T_0 + 2$, а летом $T_d = T_0 + 3$, а московское, которое на 1 декретный час (введен в 1918 году) впереди киевского, зимой $T_n = T_0 + 3$, а летом $T_d = T_0 + 4$ (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'' и равна нулю в момент верхней кульминации Солнца, то есть в полдень. Истинное солнечное время меняется неравномерно и его заменяют понятием среднего солнечного времени $T_{cp} = T'' + \eta$, где поправка η называется уравнением времени.

Среднее время, дающее начало суток в полдень, неудобно и его увеличивают на 12 часов, что дает так называемое местное время $T_m = T_{cp} + 12$. А местное время T_m , определяемое для центрального меридиана часового пояса, называется поясным T_n . В западной части России вместе с Москвой (это 2-й часовой пояс) применяется декретное время T_d , которое зимой на один и летом на два часа больше поясного времени.

Звездное время (S) используется для решения астрономических и навигационных задач. Местное звездное время S определяется отдельно для каждого места наблюдения. Гринвичское звездное время S_0 определяется для гринвичского меридиана в ноль часов всемирного времени $T_0 = 0$. Связь же местного звездного времени S_m со всемирным T_0 определяется формулой:

$$S_m = S_0 + 1.00274 T_0 + \lambda,$$

где 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 85-89. Там же даны географические долготы и широты городов Украины и Молдовы, необходимые для расчета местного звездного времени. Как пример, для Одессы географическая долгота в градусной и часовой мере равна $\lambda = 30^\circ 45' \text{ в.д.} = +2 \text{ часа } 03 \text{ минуты} = +2.05 \text{ часа}$.

ЯВЛЕНИЯ И СОБЫТИЯ 2004 ГОДА

**Тропический год 2004.0 начинается 1 января 2004 года в 2ч02м
(в 0ч02м по всемирному времени T_0)**

Моменты всех явлений в данном выпуске календаря приведены в киевском (поясном и летнем) времени, действующем на территории Украины. При применении иного времени дано соответствующее указание. Летнее время вводится 28 марта и отменяется 31 октября 2004 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
20 марта 8ч50м	21 июня 3ч57м	22 сентября 19ч29м	21 декабря 14ч42м

Земля в перигелии – 4 января в 20ч54м, в афелии – 5 июля в 11ч16м

Астрономические явления 2003 года

РЕДКИЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ:

8 июня – прохождение Венеры по диску Солнца.

СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ:

19 апреля – частное солнечное затмение, не видно в Украине.

4-5 мая – полное теневое лунное затмение, **видно в Украине.**

14 октября – частное солнечное затмение, не видно в Украине.

28 октября – полное теневое лунное затмение, **видно в Украине.**

СОЕДИНЕНИЯ ЯРКИХ ПЛАНЕТ:

25 мая – Марс-Сатурн, **11 июля** – Меркурий-Марс, **1 сентября** – Венера-Сатурн, **4 ноября** – Венера-Юпитер, **5 декабря** – Венера-Марс, **29 декабря** – Меркурий-Венера.

ПОЯВЛЕНИЕ КОМЕТ:

В 2004 году ожидаются две яркие кометы: **C/LINEAR (2002 T7)** и **C/NEAT (2001 Q4)**. Состоится прохождение через перигелий 17 короткопериодических комет, открытых в 1786-1992 годах, и 6 почти параболических комет, открытых в 2001-2002 годах.

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ:

1-5.01 – Квадрантиды (максимум 4.01). **16-25.04** – Лириды (максимум 22.04). **19.04-28.05** – η -Аквариды (максимум 5.05). **12.07-19.08** – Южные δ -Аквариды (максимум 27.07). **15.07-24.08** – Персеиды (максимум 12.08). **2.10-7.11** – Ориониды (максимум 21.10). **14-21.11** – Леониды (максимум 17.11). **7-17.12** – Геминиды (максимум 13.12).

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯРКИХ ЗВЕЗД

В каталоге ярких звезд в столбцах приведены : имена и обозначения звезд, их координаты, звездные величины (V , $B-V$, $U-B$), расстояния в световых годах r и спектральный тип S_p .

Звезда	*	α (2000.0)	δ	V	$B-V$	$U-B$	r	S_p
Солнце	☉	—	—	-26.7	+0.65	+0.13	1.610 ⁻⁵	G2V
Сириус	α CMa	6 ^h 45 ^m 8 ^s .9	-16°42'58"	-1.46	0	-0.03	13	A1Vm
Арктур	α Boo	14 15 39.7	19 10 57	-0.04	1.23	0.65	35	K1.5III
Вега	α Lyr	18 36 56.3	38 47 1	0.03	0	-0.03	26	A0Va
Капелла	α Aur	5 16 41.4	45 59 53	0.08	0.8	0.44	45	G5IIIe+G0III
Ригель	β Ori	5 14 32.3	-8 12 6	0.12	-0.03	-0.02	470	B8Ia:
Процион	α CMi	7 39 18.1	5 13 30	0.38	0.42	0.23	11	F5IV-V
Бетельгейзе	α Ori	5 55 10.3	7 24 25	0.5	1.85	1.28	1300	M1Ia-Iab
Альтаир	α Aql	19 50 47.0	8 52 6	0.77	0.22	0.14	16	A7V
Альдебаран	α Tau	4 35 55.2	16 30 33	0.85	1.54	0.94	64	K5III
Антарес	α Sco	16 29 24.4	-26 25 55	0.96	1.83	1.23	365	M1.5I+B4V
Спика	α Vir	13 25 11.6	-11 9 41	0.98	-0.23	-0.24	220	B1III+B2V
Поллукс	β Gem	7 45 18.9	28 1 34	1.14	1	0.5	35	K0IIIb
Фомальгаут	α PsA	22 5739.1	-29 37 20	1.16	0.09	0.02	23	A3V
Денеб	α Cyg	20 4125.9	45 16 49	1.25	0.09	0.1	930	A2Ia
Регул	α Leo	10 8 22.3	11 58 2	1.35	-0.11	-0.1	68	B7V
Адара	ϵ CMa	6 58 37.5	-28 58 20	1.50	-0.21	-0.21	470	B2II
Беллатрикс	γ Ori	5 25 7.9	6 20 59	1.64	-0.22	-0.22	325	B2III
Нат	β Tau	5 26 7.5	28 36 27	1.65	-0.13	-0.1	142	B7III
Альнилам	ϵ Ori	5 36 12.8	-1 12 7	1.70	-0.19	-0.17	1300	B0Ia
Алиот	ϵ UMa	12 54 1.7	55 57 35	1.77	-0.02	-0.03	78	A0p
Мирфак	α Per	3 24 19.4	49 51 40	1.79	0.48	0.33	470	F5Ib
Дубхе	α UMa	11 3 43.7	61 45 3	1.79	1.07	0.58	144	K0IIIa
Везен	δ CMa	7 8 23.5	-26 23 36	1.84	0.68	0.33	1100	F8Ia
Бенетнаш	η UMa	13 4732.4	49 18 48	1.86	-0.19	-0.18	163	B3V
Менкиб	β Aur	5 59 31.7	44 56 51	1.90	0.03	-0.01	65	A2IV
Альгема	γ Gem	6 37 42.7	16 23 57	1.93	0	-0.01	84	A0IV
Мирцам	β CMa	6 22 42.0	-17 57 21	1.98	-0.23	-0.24	650	B1II-III
Кастор	α Gem	7 34 36.0	31 53 18	1.98	0.03	-0.01	45	A1V+A2Vm
Альфард	α Hya	9 27 35.2	-8 39 31	1.98	1.44	0.77	130	K3II-III
Гамаль	α Ari	2 7 10.4	23 27 45	2.00	1.15	0.62	78	K2III
Полярная	α UMi	2 31 48.7	89 15 51	2.02	0.6	0.31	470	F7Ib-II
Нунки	σ Sgr	18 55 15.9	-26 17 48	2.02	-0.22	-0.21	180	B2.5V
Дифда	β Cet	0 43 35.4	-17 59 12	2.04	1.02	0.51	64	G9.5III
Альнитак	ζ Ori	5 40 45.5	-1 56 34	2.05	-0.21	-0.2	1300	O9.7Ib
Сиррах	α And	0 8 23.3	29 5 26	2.06	-0.11	-0.1	105	B8IVp
Мирах	β And	1 9 43.9	35 37 14	2.06	1.58	1	82	M0IIIa
Сайф	κ Ori	5 47 45.4	-9 40 11	2.06	-0.17	-0.18	1300	B0.5Ia
Кохаб	β UMi	14 50 42.3	74 9 20	2.08	1.47	0.76	105	K4-III
Рас Альхаг	α Oph	17 34 56.1	12 33 36	2.08	0.15	0.08	60	A5III
Алголь	β Per	3 8 10.1	40 57 20	2.12	-0.05	-0.03	82	B8V

Звезда	*	α (2000.0)	δ	V	$B-V$	$U-B$	r	Sp
Денебола	β Leo	11 ^h 49 ^m 3 ^s .6	14°34'19"	2.14	0.09	0.02	42	A3V
Садир	γ Cyg	20 22 13.7	40 15 24	2.20	0.68	0.34	540	F8Ib
Шедир	α Cas	0 40 30.5	56 32 14	2.23	1.17	0.6	163	K0IIIa
Минтака	δ Ori	5 32 0.4	0 17 57	2.23	-0.22	-0.22	1300	O9.5II
Гемма	α CrB	15 34 41.3	26 42 53	2.23	-0.02	-0.04	71	A0V+G5V
Этамин	γ Dra	17 56 36.4	51 29 20	2.23	1.52	0.85	116	K5III
Аламак	γ^1 And	2 3 54.1	42 19 47	2.26	1.37	0.68	160	K3-IIb
Капх	β Cas	0 9 10.7	59 8 59	2.27	0.34	0.2	47	F2III-IV
Мицар	ζ UMa	13 23 55.5	54 55 31	2.27	0.02	-0.02	79	A1Vp
Дшуба	δ Sco	16 0 20.0	-22 37 18	2.32	-0.12	-0.13	990	B0.3IV
Мерак	β UMa	11 1 50.5	56 22 57	2.37	-0.02	-0.04	76	A1V
Эниф	ε Peg	21 44 11.2	9 52 30	2.39	1.53	0.76	820	K2Ib
Шеат	β Peg	23 3 46.5	28 4 58	2.42	1.67	1.32	172	M2.5II-III
Сабик	η Oph	17 10 22.7	-15 43 29	2.43	0.06	0.01	73	A2V
Фекда	γ UMa	15 53 49.8	53 41 41	2.44	0	-0.03	80	A0Ve
Альдерамин	α Cep	21 18 34.8	62 35 8	2.44	0.22	0.11	49	A7V
Алудра	η CMa	7 24 5.7	-29 18 11	2.45	-0.08	-0.06	1300	B5Ia
Гинах	ε Cyg	20 46 12.7	33 58 13	2.46	1.03	0.54	80	K0III
Сих	γ Cas	0 6 42.5	60 43 0	2.47	-0.15	-0.08	650	B0IVe
Маркаб	α Peg	23 4 45.7	15 12 19	2.49	-0.04	-0.03	102	B9V
Менкар	α Cet	3 2 16.8	4 5 23	2.53	1.64	1.16	130	M1.5IIIa
Цосма	δ Leo	11 14 6.5	20 31 25	2.56	0.12	0.03	68	A4V
Арнеб	α Lep	5 32 43.8	-17 49 20	2.58	0.21	0.21	410	F0Ib
Альгиба	γ^1 Leo	10 19 58.3	19 50 30	2.61	1.15	0.62	130	K1-IIIb
Асраб	β^1 Sco	16 5 26.2	-19 48 20	2.62	-0.07	-0.09	540	B1V
Шератан	β Ari	1 54 38.4	20 48 29	2.64	0.13	0.08	50	A5V
Крац	β Crv	12 34 23.2	-23 23 48	2.65	0.89	0.44	172	G5II
Унук Эльхая	α Ser	15 44 16.1	6 25 32	2.65	1.17	0.56	82	K2IIIb
Ксора	δ Cas	1 25 49.0	60 14 7	2.68	0.13	0.09	76	A5III-IV
Ицар	ε Boo	14 44 59.2	27 4 27	2.70	0.97	0.52	230	K0II-III
Каус	δ Sgr	18 20 59.7	-29 49 41	2.70	1.38	0.68	112	K3IIIa
Редя	γ Aql	19 46 15.6	10 36 48	2.72	1.52	0.75	230	K3II
Антилис	β Her	16 30 13.2	21 29 23	2.77	0.94	0.47	125	G7IIIa
Келб Альрай	β Oph	17 43 28.4	4 34 2	2.77	1.16	0.57	125	K2III
Курса	β Eri	5 7 51.0	-5 5 11	2.79	0.13	0.08	82	A3III
Альваид	β Dra	17 30 26.0	52 18 5	2.79	0.98	0.48	365	G2Ib-IIa
Каус Бореалис	λ Sgr	18 27 58.2	-25 25 18	2.81	1.04	0.56	84	K1IIIb
Альгениб	γ Peg	0 13 14.2	15 11 1	2.83	-0.23	-0.19	470	B2IV
Виндемиатрикс	ε Vir	13 2 10.6	10 57 33	2.83	0.94	0.45	93	G8IIIab
Нихал	β Lep	5 28 14.7	-20 45 34	2.84	0.82	0.44	180	G5II
Менхиб	ζ Per	3 54 7.9	31 53 1	2.85	0.12	0.09	820	B1Ib
Денеб Альгиди	δ Cap	21 47 2.4	-16 7 38	2.87	0.29	0.17	50	Am
Кастор	α Gem	7 34 36.0	31 53 19	2.88	0.04	0.05	45	A2Vm

ДВОЙНЫЕ И КРАТНЫЕ ЗВЕЗДЫ

Среди звездного населения нашей Галактики и, видимо, других звездных систем большая часть звезд составляет группы, связанные узлами взаимного тяготения, в которой звезды обращаются около общего для группы центра масс. Если в такой группе более двух звезд, то они называются кратными звездами. Но чаще их все же две и такая группа называется физически двойной звездой, обычно просто двойной звездой. На небе мы наблюдаем также и звезды не связанные физически, но близко расположенные как результат проекции на небесную сферу. Это оптически двойные звезды и они не считаются физически двойными, о которых идет речь в данном разделе.

Двойных звезд известно порядка 100 тысяч, но их делят на три больших класса. Классы двойных звезд принято называть по методу определения их двойственности. Если их двойственность видна глазом — визуально в телескоп, либо без него, и доказано, что они вращаются около общего центра масс, принято их называть визуально-двойными звездами. При наблюдениях визуально-двойных звезд определяют расстояние между звездами пары в секундах дуги, позиционный угол слабой относительно яркой звезд и время наблюдения. Затем строится “видимая” орбита звезды (смотри рис. 1), по которой определяются элементы орбиты визуально-двойной звезды.

Если двойственность обнаружена по спектрограммам (обнаружено периодическое смещение спектральных линий), — это спектрально-двойные звезды. Измерение смещений линий во времени позволяет определить скорости компонент пары и построить кривые лучевых скоростей. Рис. 2 демонстрирует вид кривых при круговой и двух по-разному ориентированных эллиптических орбитах спектрально-двойных звезд, когда виден спектр только одной яркой звезды пары. При наблюдениях обеих звезд спектрально-двойной пары кривые лучевых скоростей зеркально отображены, но с разными амплитудами при различии масс компонент спектрально-двойной звезды.

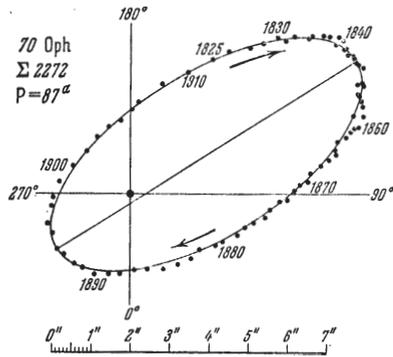


Рис. 1.

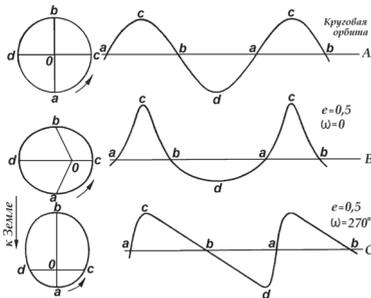


Рис. 2.

При демонстрации ослабления блеска типа затмения (одна звезда при движении около общего центра масс закрывает другую и общий блеск системы падает) мы имеем дело с затменно-двойной звездой. При наблюдении этих звезд измеряют изменение блеска звезды и затем строят кривые изменения блеска, три схематических примера которых иллюстрирует рис. 3. Из него видно, что форма кривых зависит от типа орбиты (круговая, эксцентрическая) и формы звезд пары (шаровые и эллипсоидальные звезды). Математическое решение кривых блеска позволяет определить элементы орбиты затменно-двойной пары. Отметим, что эти звезды одновременно являются и спектрально-двойными.

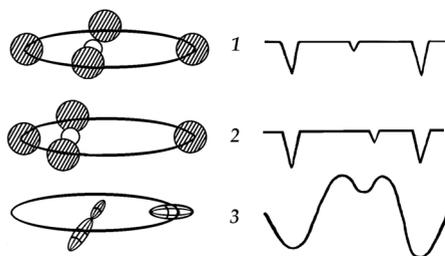


Рис. 3.

Обнаружение спектрально-двойных звезд требует наличия спектральной аппаратуры и крупного телескопа и поэтому их наблюдения – удел астрономов-профессионалов. Наблюдения же затменно-двойных звезд требуют наличия фотометра и телескопа, но для ярких звезд можно применить методы визуальной фотометрии и обойтись без фотометра и даже телескопа. Сведения о ярких затменно-двойных звездах можно найти в следующем разделе “Переменные звезды”, к которым исторически этот тип звезд был отнесен ранее – их называли затменно-переменными звездами. К тому же учиться наблюдать переменные звезды лучше на примере затменно-двойных звезд.

Многие двойные звезды составляют кратные системы попарно. Так яркая звезда ϵ Лиры очень зорким людям видна как двойная, но уже в телескоп видно, что она состоит попарно из четырех звезд, можно сказать, из двух визуально-двойных звезд, каждая пара которых вращается около общего центра масс. Известная яркая звезда Кастор (α Близнецов) еще более сложный объект, в котором визуально-двойная пара состоит из шести звезд, так как каждая звезда пары является спектрально-двойной, а у более слабой из них имеется еще и третий компонент. Звезда θ Ориона, называемая еще Тραπεцией Ориона, видна в телескоп состоящей из тесно расположенных четырех звезд. Однако при спектральном исследовании каждая из звезд обладает спектральной спутницей, а в одном случае является и затменно-двойной.

Орбитальные периоды у двойных звезд также различаются. Обычно визуально-двойные звезды имеют периоды, исчисляемые десятками, сотнями и тысячами лет, но есть и короткопериодические, например в 2.62 года (ϵ Кита). У спектрально-двойных орбитальные периоды исчисляются сутками, но есть и очень короткопериодические, например γ Малой Медведицы с периодом в 2.5 часа, и долгопериодические, например ϵ Гидры с периодом в 15 лет. Среди затменно-двойных еще большее разнообразие периодов обращения – от 1.3 часа (WZ Стрелы) до 27.2 года

у ϵ Возничего. Возможно существуют двойные звезды с периодами в многие тысячи и миллионы лет, но перемещение таких звезд столь медленны, что мы не в состоянии его заметить.

Исследование двойных звезд крайне важны для астрофизики. В настоящее время эти объекты являются чуть ли не единственными, дающими точную информацию о главных физических характеристиках. Их комплексное исследование позволяет определить массы звезд, размеры звезд, вращение звезд, расстояния между звездами, плотности звезд и их изменения с радиусом, фигуры звезд, перенос вещества и углового момента в этих системах, а также изучить многие тонкие эффекты звездной астрофизики. Без детального исследования двойных звезд разработанная в наше время теория эволюции звездного населения Галактики и наличие уникальных объектов в ней оказалась бы неполной и непонятной.

Среди визуально-двойных звезд много красивых объектов. Наиболее известна звезда Альбиreo (β Лебеда), состоящая из желтой и изумрудно-зеленой звезд. Как известно, зеленых звезд нет, но здесь мы имеем дело с физиологическим эффектом человеческого глаза, контрастной природы, так называемым Спика-феноменом, обнаруженным астрономами. Както красного цвета планета Марс близко приблизилась к голубовато-белого цвета звезде Спика (α Девы), и звезда вдруг изменила цвет на зеленый. После того как Марс стал удаляться цвета объектов стали прежними.

Ниже в таблице приводятся данные наиболее ярких и интересных для наблюдения визуально-двойных звезд с сильным различием цветов, расположенных в порядке возрастания прямых восхождений. В таблице индексом A обозначена более яркая, а индексом B более слабая звезды пары, m и Sp – их звездные величины и спектральные классы соответственно, буквой a'' – расстояние между звездами в секундах дуги. Координаты этих звезд при необходимости можно найти в предыдущем разделе “Яркие звезды”.

Таблица. Интересные для наблюдений визуально-двойные звезды.

Название звезды	m_A	Sp_A	m_B	Sp_B	a''	Цвета
η Кассиопеи	3.5	G0 V	7.4	M0	11.5	желтая-красная
γ Андромеды	2.3	K3 II	5.1	A0	9.8	желтая-зеленая
η Персея	3.8	K3 Ib	8.5	-	28.3	оранжевая-голубая
α Близнецов	2.0	A1 V	2.6	A5	4	белая-белая
ι Рака	4.2	G8 II	6.8	A3 V	30.6	желтая-голубая
α Гончих Псов	2.9	B9.5	5.6	F0 V	20	желтая-фиолетовая
α Геркулеса	3.5	M5 II	5.4	G5 III	5.3	оранжевая-зеленая
ζ Геркулеса	2.9	G0 IV	5.9	K0 V	0.9	желтая-зеленая
β Лебеда	3.1	K3 II	5.4	B8 V	35	желтая-голубая
δ Лебеда	5.2	K5 V	6.0	K7 V	28.4	оранжевые обе
ϵ Волопаса	2.7	K0 II	5.1	A2 V	3.0	желтая-зеленая
ξ Волопаса	4.9	A2	6.8	-	1.2	желтая-фиолетовая
γ Дельфина	4.3	K1 IV	5.3	F7 V	10	желтая-зеленая
β Скорпиона	2.6	B0,5 V	5.1	B2 V	14	белая-зеленоватая

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Некоторые яркие переменные звезды

В предыдущих выпусках «Одесского Астрономического Календаря» мы рассказывали о переменности в жизни звезд (2000), в 2001 году был представлен список ярких переменных звезд разных типов ярче 8 звездной величины в максимуме. В 2002 году этот список был несколько сокращен так, чтобы в нем остались звезды со сравнительно большой амплитудой, доступной для регистрации визуальными наблюдениями. В 2003 году был опубликован тренажер и инструкция по наблюдению переменных звезд и приведены карты окрестностей 5 переменных звезд. В этом выпуске, мы продолжаем публикацию карт окрестностей, кратко рассказывая на примере отдельных звезд о процессах, характеризующих соответствующий тип переменности. Начнем с затменных переменных звезд.

У Стрелы. Альтернативное обозначение SAO 104711, координаты на эпоху 2000.0: $\alpha=19^{\text{h}}18^{\text{m}}48^{\text{s}}$, $\delta=+19^{\circ}36.6'$. Затменная двойная система с глубокими минимумами. Пределы изменения блеска в фотометрической системе V 6.45-9.28, то есть амплитуда составляет 3.6^m в голубых лучах и 2.8^m в визуальных. Затменная типа Алголя, эфемериды для минимумов

$$\text{MinHJD} = 2417130.4114 + 3.38061933 \cdot E.$$

Система состоит из горячей звезды спектрального класса B8 с массой 5.7 солнечной массы и радиусом 4.2 R_☉. Спектральный класс звезды-спутника G2, как и у Солнца. Однако, в отличие от нашего дневного светила, спутник является субгигантом, то есть проэволюционировавшей звездой. Несмотря на то, что ее масса в три раза меньше, чем у главной компоненты, радиус значительно больше, и составляет 5.45R_☉.

Полная продолжительность затмения 11.4 часа, а продолжительность полного затмения 1.5 часа. Переменная является южным компонентом визуальной двойной системы. Звезда h находится в 92" к северу. Вторичное затмение менее глубокое (до 6.71^m).

Наиболее ценным в любительских наблюдениях затменных двойных звезд является по возможности точное определение момента минимума.

Блеск звезд сравнения в системе В (синяя часть спектра, для фотографических наблюдений), согласно «Справочника любителя астрономии» П.Г.Куликовского: a=5.96, b=6.30, c=7.00, d=7.78, e=8.12, f=8.52, g=9.45, h=9.57, k=10.16. Американская ассоциация наблюдателей переменных звезд (AAVSO) предлагает для наблюдений другую последовательность звезд, отмеченную цифрами (напр., 89 обозначает 89/10=8.9^m). В их визуальной системе, блеск звезд сравнения составляет a=6.1, e=8.1, f=8.5, g=9.2, k=10.6. При глазомерных оценках, следует использовать именно эту систему.

Для наблюдений используются два режима – «патрульный» (одна или несколько оценок в ночь) и «мониторинг» (непрерывное слежение на протяжении ночи или ее части). В первом случае, наблюдения проводятся, как только позволяет погода и возможности. Впоследствии полученные наблюдения наносятся на фазовую кривую, и определяется фаза минимума.

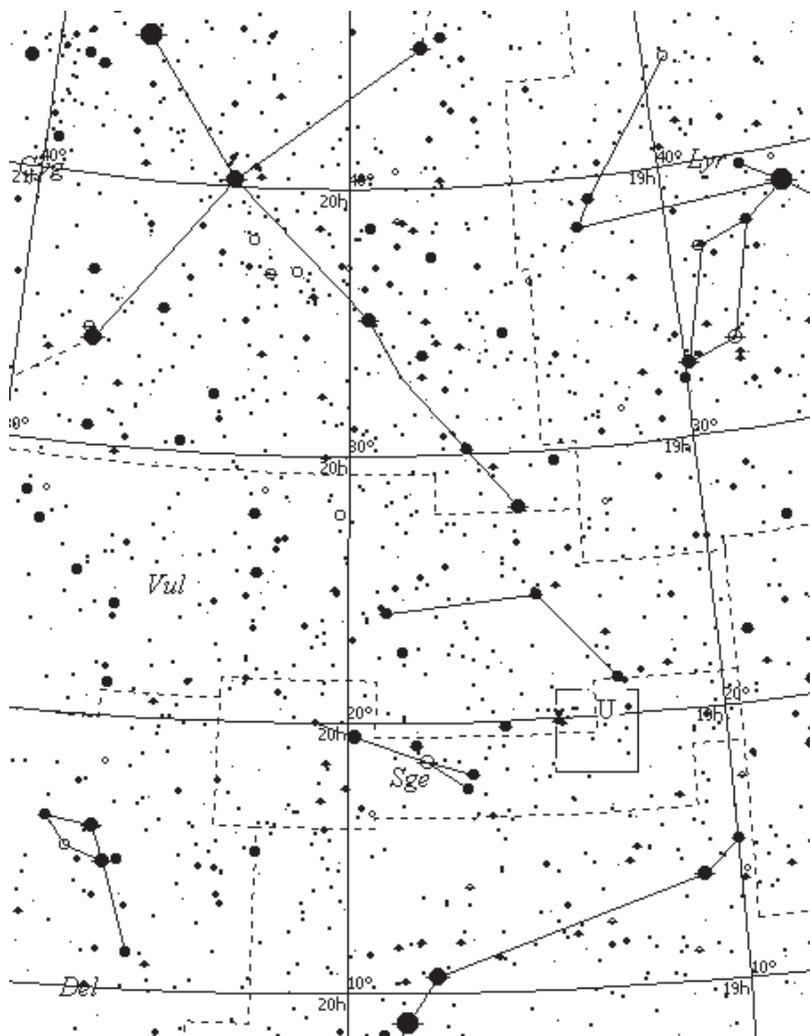


Рис. 1. Часть созвездий Орла, Лиры и Лебедя. Квадратом показана область неба вблизи затменной переменной U Стрелы, показанная отдельно на рис. 2.

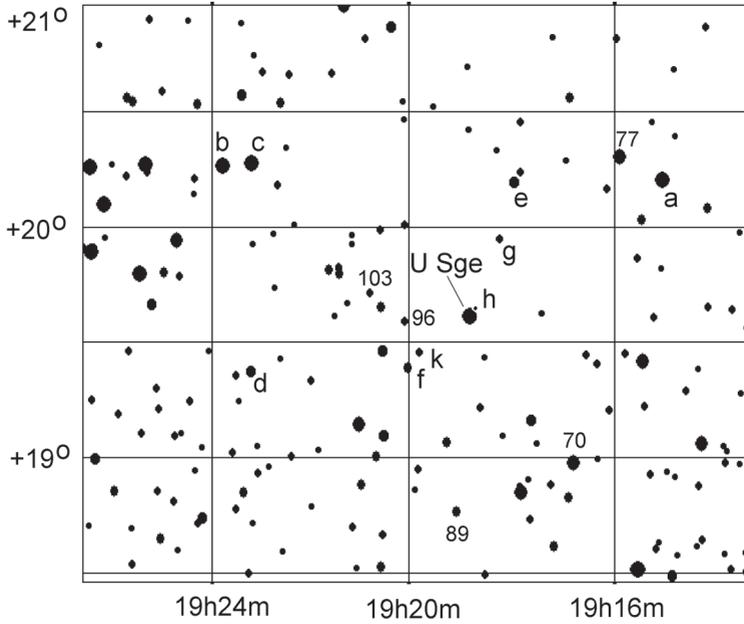


Рис. 2. Карта окрестностей U Стрелы

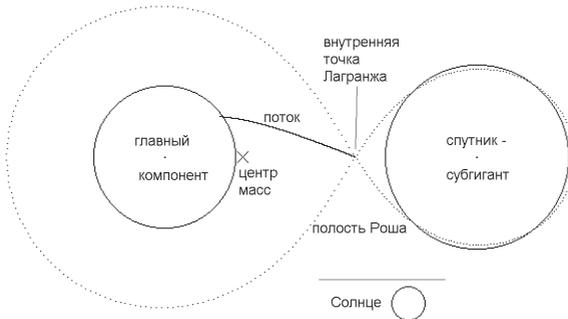


Рис. 3. Геометрическая модель системы U Стрелы. Для сравнения в том же масштабе показано Солнце. Хотя спутник имеет меньшую массу, его радиус превосходит радиус главной звезды большей массы. Этот «парадокс Алголя» связан с тем, что первоначально спутник имел большую массу, в его недрах быстрее выгорел водород, образовалось ядро и расширявшаяся оболочка, что привело к увеличению массы и скорости вращения звезды нынешней главной звезды. Такая эволюционная стадия называется стадией первого обмена массами.

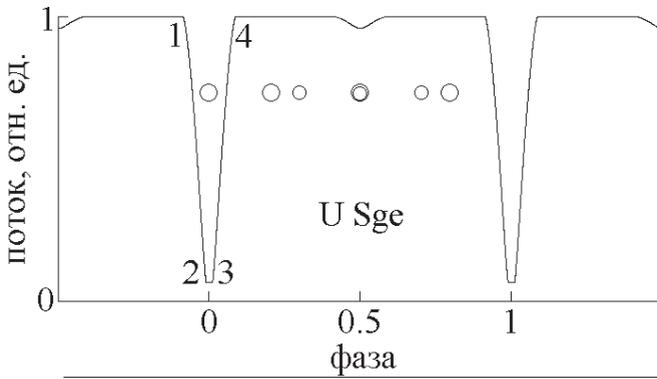


Рис. 4. Теоретическая кривая блеска U Стрелы. В главном минимуме меньшая по размерам (хоть и большая по массе) звезда полностью затмевается спутником меньшей температуры, и, следовательно, меньшей поверхностной яркости. В более мелком вторичном минимуме спутник частично затмевается меньшей звездой. Цифры у изломов соответствуют моментам «контактов», когда проекции дисков звезд на небесную сферу соприкасаются: внешние контакты 1 и 4 - начало и конец затмения, внутренние 2 и 3 - начало и конец полного затмения. Аналогично выглядят контакты и во вторичном минимуме, однако, затмение остается частичным, поскольку меньшая звезда затмевает только часть большей.

ма. Во втором, дополнительно требуется некоторая подготовка по расчету желательного времени наблюдений. Например, если мы планируем наблюдать первый минимум после какого-то момента времени, то вычисляем ее Юлианскую дату t (см. подробнее стр. 226) JD, затем вычисляем число циклов, прошедших после начальной эпохи T_0 : $E + f = (t - T_0) / P$, где P – период, а эфемериды затмений обычно даются в виде $\text{Min HJD} = T_0 + P \cdot E$. Это число увеличиваем до ближайшего целого, получаем номер цикла E , и вычисляем юлианскую дату затмения $T_E = T_0 + P \cdot E$, а по ней – календарную дату и время затмения. Конечно, надо начинать наблюдать по возможности раньше, чтобы захватить не только центр затмения (а звезда постоянна в течение всего полного затмения), но и нисходящую и восходящую ветви кривых блеска. Столь продолжительное затмение (11.4 часа) дольше летней ночи, однако, отнаблюдать нисходящие и восходящие ветви вблизи минимума вполне реально. Да и только участки быстрого изменения блеска полезны для последующей математической обработки.

Обычно циклические изменения интерпретируются наличием третьего тела, благодаря которому центр масс затменной двойной системы то находится то ближе, то дальше центра масс тройной системы, поэтому продолжительность движения света к Земле от такой системы периодически меняется. Впервые такой эффект был обнаружен в Солнечной системе Олафом Ремером в 1676 году по наблюдению спутников Юпитера, что позволило сделать первую оценку скорости света. Однако, в системе U Стрелы воз-

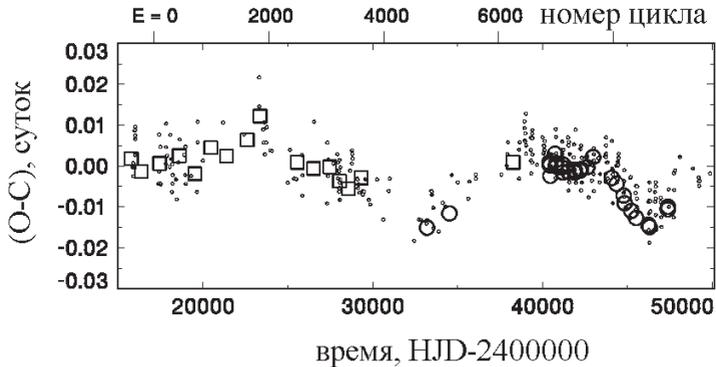


Рис.5. Отклонения (O-C) наблюдаемых моментов минимумов (O) от линейной эфемериды (C). Фотоэлектрические наблюдения показаны большими окружностями, фотографические - квадратами, а маленькие окружности характеризуют результаты визуальных наблюдений. Заметно изменение O-C с характерным временем около 16 000 суток (=44 года). Наибольшие отклонения достигают 0.02P=97минут, однако, обычно они существенно меньше. Поэтому желательная точность определения моментов минимумов составляет несколько минут, что вполне реально для звезды с таким резким затмением.

можно и другая интерпретация, связанная с одновременными плавными изменениями блеска, а следовательно, и структуры системы. Ее недавно предложил чешский астроном Войтех Шимон. Однако, для проверки этой гипотезы нужны новые многолетние наблюдения объекта. Кстати, определив календарное время середины минимума, необходимо вычислить и «гелиоцентрическую» поправку к центру Солнца или более точную «барицентрическую» (к центру масс Солнечной системы), поскольку радиус земной орбиты составляет 8.3 световой минуты.

AR Ящерицы. Альтернативное обозначение SAO 51684, координаты на эпоху 2000.0: $\alpha=22^{\text{h}}08^{\text{m}}41^{\text{s}}$, $\delta=+45^{\circ}44.5'$. Затменная двойная система пределами изменения блеска в фотометрической системе V 6.08-6.77. Вторичный минимум вдвое менее глубокий ($V=6.43^{\text{m}}$). Затменная типа Алголя, эфемериды для минимумов

$$\text{MinHJD} = 2441593.7123 + 1.98319204E - 5.24 \cdot 10^{-9} E^2.$$

Система состоит из более горячей звезды спектрального класса G2 с массой 1.5 солнечной массы и радиусом 1.6 R_{\odot} . Эта звезда уже ушла с главной последовательности в сторону ветви субгигантов. Звезда-спутник является субгигантом спектрального класса K0.

Ее масса практически такая же (1.48 M_{\odot}), как у главной компоненты но радиус на 80% больше, и составляет 2.9 R_{\odot} . Полная продолжительность затмения составляет 0.15P~7 часов. Вторичный минимум смещен к фазе 0.5018.

Звезда является прототипом звезд типа AR Ящерицы (также называемых звездами типа RS Гончих Псов). Форма ее кривой блеска меняется, на кривой блеска, кроме затмений, наблюдается дисторсионная волна с амплитудой до 0.13^m , которая с периодом ~ 2.5 года движется в направлении уменьшения фаз. Звезды такого типа характеризуются хромосферной активностью, выраженной существенно сильнее, чем на Солнце. Определение моментов главного и вторичного минимумов важно для исследования орбитального периода, который уменьшается с характерным временем $\tau=10^6$ лет, очень коротким по сравнению с миллиардами лет существования звезд.

На сайте <http://uavso.pochta.ru> приведены ссылки на карты окрестностей других переменных звезд. Наблюдения и вопросы присылайте электронной почтой по адресу uavso@pochta.ru.

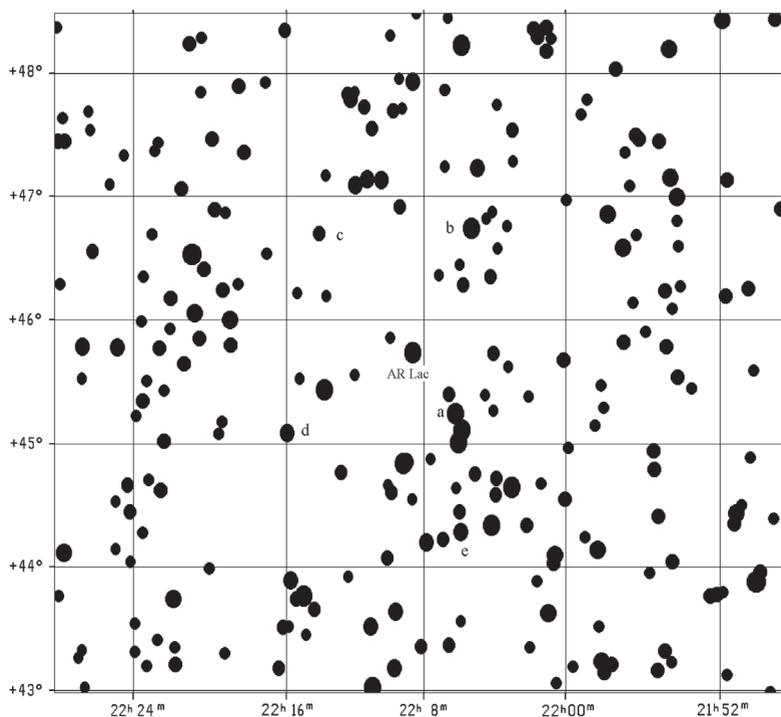


Рис. 6. Карта окрестностей AR Ящерицы.
Блеск звезд сравнения $a=6.08$, $b=6.39$, $c=6.67$, $d=7.12$, $e=7.83$.

ЗВЕЗДНЫЕ СКОПЛЕНИЯ, ГАЛАКТИКИ И ТУМАННОСТИ

Звёздные скопления – это группы динамически связанных между собой звёзд. По внешнему виду звёздные скопления делятся на две группы: рассеянные скопления, содержащие несколько десятков и сотен звезд, и шаровые скопления, состоящие из десятков и сотен тысяч звезд. Наиболее известны рассеянные скопления Плеяды и Гиады, которые хорошо видны на юге Украины. Шаровые скопления имеют четкую сферическую или эллиптическую форму и хорошо выделяются на окружающем фоне благодаря сильной концентрации звёзд к центру. Самое большое и яркое из известных шаровых скоплений – ω Центавра, содержащее миллионы звезд. К сожалению, в южном регионе Украины его не видно.

Галактики – гигантские звездные системы, содержащие миллиарды звезд. 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 (NGC 224) и туманность Андромеды (M 31), 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 (иррегулярных) галактик и обозначаются I, либо Ir.

Туманности – светящиеся или темные облака межзвездного газа и пыли. Диффузные туманности освещены яркими звёздами, которые располагаются вблизи, либо даже внутри самих облаков (например, «Розетка»). Темные туманности представляют газопылевые облака, которые поглощают свет звезд, лежащих за ними (например, «Америка», «Конская голова»). Планетарные туманности представляют собой разреженную газовую оболочку, светящуюся от излучения горячей звезды, находящейся в центре.

Ниже приведены таблицы с данными о звездных скоплениях, галактиках и туманностях. Обозначения в таблицах таковы: NGC – номер объекта по каталогу New General Catalogue, Месье – номер объекта по каталогу Месье, Созв. – название созвездия, в котором находится объект, *d* – диаметр (размеры в угловой мере) объекта, *m* – звездная величина, *N* – число звезд в объекте.

ГАЛАКТИЧЕСКИЕ РАССЕЙАННЫЕ СКОПЛЕНИЯ

NGC	М	Созв.	α (2000)	δ	d	m	N
457	-	Cas	1 ^h 19 ^m .0	58° 12'	14'	7.5	50
581	103	Cas	1 33.1	60 42	6	7.0	30
869	-	h Per	2 18.9	57 9	36	4.3	250
884	-	Per	2 22.4	57 6	36	4.3	200
1039	34	Per	2 41.9	42 46	42	5.7	70
Плеяды	45	Tau	3 47.4	24 6	180	1.4	160
Гиалды	-	Tau	4 19.7	15 37	1100	0.8	100
1912	38	Aur	5 28.7	35 50	26	7.0	150
1960	36	Aur	5 36.1	34 8	19	6.3	60
2099	37	Aur	5 52.3	32 33	34	6.2	270
2168	35	Gem	6 8.8	24 20	30	5.6	120
2281	-	Aur	6 49.3	41 3	15	6.7	30
2287	41	CMa	6 46.9	-20 44	50	5.0	90
2447	93	Pup	7 44.6	-23 52	20	6.5	80
2632	44	Cnc	8 40.0	19 59	100	3.9	60
2682	67	Cnc	8 51.2	11 48	18	7.0	100
6520	-	Sgr	18 4.9	-27 54	5	7.5	25
6531	21	Sgr	18 4.6	-22 30	13	7.0	35
6494	23	Sgr	17 56.8	-19 1	35	6.0	120
6611	16	Sgr	18 18.8	-13 47	25	6.6	55
6705	11	Sct	18 52.8	- 6 16	12	6.6	200
7092	39	Cyg	21 32.2	48 26	30	5.3	25
7654	52	Cas	23 24.2	61 35	18	7.7	100

ГАЛАКТИЧЕСКИЕ ШАРОВЫЕ СКОПЛЕНИЯ

NGC	М	Созв.	α (2000.0)	δ	d	m
5024	53	Com	13 ^h 12 ^m .9	18° 10'	16'	8.7
5272	3	CVn	13 42.2	28 22	22	7.2
5904	5	Ser	15 18.5	2 4	25	7.0
6093	80	Sco	16 17.0	-22 59	(7)	8.4
6121	4	Sgr	16 23.6	-26 31	26	4.4
6205	13	Her	16 41.6	36 27	21	6.8
6218	12	Oph	16 47.1	-1 57	21	7.9
6254	10	Oph	16 57.1	-4 6	22	7.6
6273	19	Oph	17 2.5	-26 16	14	8.3
6341	92	Her	17 17.1	43 8	30	7.3
6626	28	Sgr	18 27.5	6 33	15	8.5
6656	22	Sgr	18 36.4	-23 55	35	6.5
6723	-	Sgr	18 58.9	-36 38	(13)	7.7
6809	55	Sgr	19 40.0	-30 56	29	7.1
7078	15	Peg	21 30.0	12 10	18	7.3
7089	2	Aqr	21 33.4	0 49	17	7.3

ЯРКИЕ ГАЛАКТИКИ

NGC	М	Созв.	α (2000.0)		δ		Тип	Спектр	d	m
224	31	And	0 ^h	42 ^m .6	42°	15'	Sb	G5	200x90'	4.3
253	-	Scl	0	47.5	-25	17	Sc	Em	22x6	6.9
598	33	Tri	1	33.8	30	39	Sc	A7	80x50	6.2
3031	81	UMa	9	55.6	69	4	Sb	G3	22x10	7.9
5236	83	Hya	13	37.0	-30	1	Sc	F0	11x9	7.6
5457	101	UMa	14	3.1	54	21	Sc	F8	22x22	8.2

ГАЛАКТИЧЕСКИЕ ДИФФУЗНЫЕ (Д), ПЛАНЕТАРНЫЕ (П), ТЕМНЫЕ (Т) ТУМАННОСТИ

NGC	М	Созв.	α (2000.0)		δ		Тип	d	m
246		Cet	0 ^h	47 ^m .0	-11°	52'	П	4.0	8.5
1952		Tau	5	34.5	22	1	П	6x4'	8.4
2392		Gem	7	29.2	20	55	П	0.8	8.3
6543		Dra	17	58.5	66	37	П	0.4x0.3	8.8
6826		Cyg	19	44.8	50	31	П	0.4	8.8
6853		Vul	19	59.6	22	43	П	8x4	7.6
7009		Aqr	21	4.1	-11	22	П	0.7	8.4
7293		Aqr	22	29.7	-20	50	П	15x12	6.5
7662		And	23	25.8	42	31	П	0.5	8.9
I 59		Cas	0	55.9	61	4	Д	12x18	2.2
1976	42	Ori	5	34.9	-5	23	Д	60x66	4.0
1977	42	Ori	5	35.9	-4	51	Д	26x42	-
2237-9		Mon	6	32.3	4	38	Д	61x64	-
2261	R	Mon	6	39.1	8	45	Д	var	var
6514	20	Sgr	18	2.3	-23	2	Д	27x29	8.5
6523	8	Sgr	18	4.1	-24	23	Д	35x65	5.8
6611	16	Sgr	18	20.7	-16	10	Д	28x35	-
6618	17	Sgr	18	20.7	-16	10	Д	37x46	7.0
6992-5		Cyg	20	56.1	31	40	Д	8x78	-
7000		Cyg	20	58.7	44	19	Д	100x120	1.3
B33		Ori	5	40.5	-2	27	Т	4	-
872		Oph	17	18.7	-23	28	Т	20	-
B92		Sgr	18	15.6	-18	14	Т	15	-

ЖИЗНЬ И КОСМОЛОГИЯ ГАМОВА

А.Д. Чернин



Георгию Антоновичу Гамову (4 марта 1904 года, Одесса – 20 августа 1968 года, Баулдер в США) принадлежат три научных достижения самого высокого, “нобелевского” ранга в трех фундаментальных областях современной науки – физике, космологии и генетике:

- открытие природы альфа-распада (1928),
- построение теории “горячей Вселенной” и на ее основе предсказал существование космического реликтового излучения (1948),
- разгадка структуры универсального генетического кода (1953).

Первая из этих работ выполнена до отъезда из России, две другие – в США, где он жил с 1934 года.

Он получил множество других важных научных результатов, особенно в физике ядра и элементарных частиц и астрофизике, написал три научные монографии (все по ядерной физике), первая из которых была издана еще в России, и, кроме того, сочинил 20 (!) научно-популярных книг, выдержавших десятки изданий на многих языках мира.

В одной из своих научно-популярных книг Гамов вспоминает, какое сильное впечатление произвели на него, тогда студента Петроградского университета, лекции профессора Александра Александровича Фридмана, знаменитого космолога, который как раз в эти годы (1922-1924) работал над теорией расширяющейся Вселенной. Гамов говорил, что воспринял современную космологию “еще тепленькой” прямо из рук ее творца. Через 20 с лишним лет в руках Гамова космология станет “горячей” – см. ниже.

Вот как Гамов описывает историю космологии до того, как в нее пришел Фридман. “До Фридмана были Ньютон и Эйнштейн. Ньютон, открывший закон всемирного тяготения, первым поставил вопрос о мире в целом как предмете точных наук. И тут же натолкнулся на парадокс. Если каждая частица вещества во Вселенной притягивается ко всем другим силам гравитации, почему вся Вселенная не коллапсирует, сжимаясь в точку? Между тем все, что мы видим, указывает на неизбежность и неизменный вид звездного мира. И вообще: если Вселенная должна сколлапсировать, почему это уже не произошло?”

Альберт Эйнштейн, который в 1915 году построил общую теорию относительности, обобщившую закон всемирного тяготения и ньютоновскую динамику, полагал, что он нашел разгадку старого парадокса. Общая теория относительности – это первая физическая теория, способная правильно описать и истолковать устройство Вселенной. Теория Исаака Ньютона для этого была слишком ограниченной и к миру, рассматриваемому как целое, она неприменима. Именно из попытки применить нью-

тоновскую теорию для решения космологической проблемы и проистекает парадокс. А эйнштейновская теория, – по мысли ее автора, – способна доказать неизменность и статичность мира: вопреки всемирному тяготению все тела должны оставаться на своих исходных местах.

Однако, как объясняет Гамов, и Эйнштейна подстерегал парадокс. “Из общей теории относительности возникла новая загадка. Действительно, исходя из того, что мир как целое должен быть неизменным во времени, Эйнштейн сделал попытку выяснить, каково должно быть в таком случае распределение космического вещества в пространстве статической Вселенной. И вот оказалось, что распределение вещества, способное обеспечить статичность мира, просто невозможно. Логический парадокс таков (и здесь мы дословно цитируем Гамова):

А) Если Вселенная существует, она должна быть статичной.

В) Статической Вселенной не может быть.

С) Следовательно: А+В) Вселенная не существует.”

(В этой цитате мы позволили себе только чуть-чуть подправить Гамова: вместо статичности он говорит о стабильности, то есть, устойчивости, хотя по смыслу всего рассуждения, – да и по смыслу всей этой науки, – речь должна идти именно о статичности, то есть неизменности во времени. Устойчиво такое статическое состояние или нет – другой вопрос.)

Конечно, говорит Гамов, Эйнштейн не зашел так далеко и не стал отрицать реальное существование мира. “Он просто сделал заключение, что даже общая теория относительности недостаточно обща, чтобы применять ее ко всему миру. И если не вся идеология этой теории, то по крайней мере ее математическая формулировка, то есть уравнения, связывающие распределение вещества в мире с его общими пространственно-временными свойствами, должна быть изменена. Уравнения и были изменены и обобщены, чтобы спасти Вселенную от неминуемого коллапса. Эйнштейн добавил в свои уравнения дополнительное слагаемое, которое стало называться космологической постоянной. Это слагаемое создавало (вернее, описывало) силы отталкивания, уравновешивающие во Вселенной силы всемирного тяготения. Такова физическая интерпретация космологической постоянной, и это выглядит довольно странно, но “ничего не жалко, чтобы спасти Вселенную”.

Гамов слушал курс общей теории относительности у Фридмана и предполагал затем специализироваться по космологии под его руководством. Ранняя смерть Фридмана в 1925 году в возрасте всего 37 лет заставила Гамова изменить тему научных занятий. Он занялся квантовой механикой под руководством профессора Юрия Андреевича Круткова, ученика П.Эренфеста и университетского коллеги Фридмана. (Это именно Крутков убедил Эйнштейна при личных встречах в Лейдене в 1923 году в правильности фридмановской космологии, которую Эйнштейн, как известно, сначала отвергал.)

Квантовая механика увлекла Гамова не меньше, чем космология. Эта наука еще только формировалась, принцип неопределенности, прояснивший ее физическое содержание, был открыт и сформулирован Вернером Гейзенбергом только что, в 1927 году.

Гамову повезло – университет решил послать его на научную стажировку в Германию. Оказавшись в Геттингене у Макса Борна, Гамов тут же включился в работу институторского семинара и вскоре доложил на нем свою новую работу. Он применил квантовую механику к атомному ядру и дал на этой основе объяснение одному из самых загадочных явлений ядерной физики – альфа-распаду. Гамов доказал, что альфа-частицы вылетают из ядра путем квантовомеханического туннелирования, просачиваясь сквозь потенциальный барьер, который удерживает частицы внутри ядра.

Теория Гамова очень хорошо объясняла экспериментальные данные об альфа-распаде (прежде всего, эмпирический закон Гейгера-Нэттола, открытый еще в 1911 году в лаборатории Э.Резерфорда в Кембридже) и кроме того позволила дать оценку размеров атомных ядер. Радиус ядер, как оказалось, составляет по порядку величины 10^{-13} см, что в сто тысяч раз меньше радиуса атомов. Эта работа получила необычайно высокую оценку М. Борна (хотя и не сразу), а также Е. Вигнера, В. Паули и затем Н. Бора и Э. Резерфорда и она сделала Гамова в его 24 года общепризнанным классиком теоретической физики.

Его научные достижения вскоре оценили и на родине. 10 декабря 1931 года В.И.Вернадский, В.Г.Хлопин и Л.В.Мысовский, руководители Радиового института в Ленинграде, основного места работы Гамова (у него было еще совместительство в Физико-техническом институте и в двух других местах) рекомендуют Гамова в Академию наук СССР. 29 марта 1932 года его избирают в члены-корреспонденты АН СССР с рекордным счетом 42:1. Он был самым молодым членом Академии. (В 1938 году академики исключили его из своих рядов – конечно, по указанию властей – за то, что в 1933 году он уехал из страны, но в 1990 году Общее собрание Академии наук СССР единогласно восстановило его в Академии.)

Оказавшись в 1934 году в США, Гамов стал профессором Университета Джорджа Вашингтона. Во время Второй мировой войны он работал по оборонным программам в лабораториях Военно-Морского флота США. Но лишь он один из всех крупных физиков-ядерщиков, находившихся тогда в США, не был привлечен к работам по ядерному оружию (вплоть до 1948 года). Известно, что Эйнштейн тоже не участвовал в работах по Манхэттенскому проекту (разработка атомной бомбы). Судьба их свела: Эйнштейна тоже привлекли к оборонным исследовательским работам в ВМС США.

Тематика их исследований была связана с физикой и технологией взрывчатых веществ – обычных, не ядерных. Эйнштейн не мог по возрасту регулярно приезжать в Вашингтон по этим делам, и потому морское начальство решило, что кто-то должен ездить к нему за консультациями в Принстон. Эта обязанность выпала на Гамова, так что раз в две недели по пятницам он отправлялся утренним поездом в Принстон, имея при себе чемоданчик с секретными проектами ВМФ.

Эйнштейн встречал Гамова в своем домашнем кабинете и они прорабатывали эти проекты подряд, один за другим. Закончив дела, они обсуждали за обедом или на прогулке в парке астрофизические и космоло-

гические вопросы. Они беседовали, например, о судьбе так называемого “космологической постоянной”, изобретенной, как уже говорилось, Эйнштейном в его первой работе по космологии в 1917 году. Эйнштейн говорил Гамову, что считает это “изобретение” самым крупным своим промахом в науке и что он отказался от этой идеи сразу после работ Фридмана по теории расширяющейся Вселенной.

Сейчас все в космологии считают, что это была отнюдь не ошибка, а гениальное теоретическое предвидение: в 1998-1999 годах космологическую постоянную обнаружили и измерили в наблюдениях далеких сверхновых звезд. Космологическая постоянная описывает вакуум, который присутствует всюду во Вселенной и создает всемирное анти-тяготение. Под его воздействием всеобщее разбегание галактик происходит с ускорением (а не с замедлением, как думали до недавних пор). Замечательно, что теория Фридмана с самого начала включала в себя в качестве допустимого частного случая и возможность ускоренного расширения – в этой теории учитывалась космологическая постоянная Эйнштейна.

В 1948 году, – после Хиросимы, как считал нужным всякий раз подчеркнуть Гамов, – его пригласили включиться в работы по ядерному оружию. В Лос-Аламосе, главном центре американских ядерных исследований, пытались создать бомбу, в которой происходило бы, как в звездах, слияние ядер водорода и превращение их в ядра гелия. Гамов бывал в Лос-Аламосе наездами из Вашингтона, иногда на несколько дней, а иногда на недели и месяцы. Всякий его приезд был, по свидетельству его друзей-ядерщиков, событием и веселым праздником. В оживленных обсуждениях, которые немедленно возникали, нередко рождались нетривиальные решения сложнейших научных и технических проблем. Но главное изобретение, после которого водородная бомба была быстро сделана, принадлежит не Гамову, а его приятелю Эдварду Теллеру и математику Станиславу Уламу.

Позднее Теллер говорил, что в Америке отдают должное Гамову как ученому, “начавшему в Соединенных Штатах теоретические работы, которые впоследствии привели к самому большому взрывному явлению, когда-либо осуществленному человеком”. О термоядерных реакциях, называя их гамовскими играми, Теллер говорил как о предмете особых научных достижений и заслуг Гамова. А чемпионом гамовских игр он считал Ганса Бете.

Однажды Гамова спросили, какие свои работы он считает самыми важными, и он сказал: “Не знаю... Потенциальный барьер и затем расширяющаяся Вселенная и термоядерные реакции, объяснение источников энергии Солнца, формулы, использованные для расчетов водородной бомбы...” Гамов шутил, что его главный вклад в американскую водородную бомбу состоит в том, что он перетащил Теллера в Штаты. Гамов пригласил его на свою кафедру в Вашингтоне еще в 1934 году.

Гамов никогда не забывал космологию – науку своей юности. Он вернулся к активной работе в ней в 1946 году, за два года до Лос-Аламоса, и посвятил этому больше десяти лет. Он задался целью “скрестить эту науку с ядерной физикой” (по его собственному выражению). Один эксперимент

такого рода он уже успешно осуществил ранее: привил ядерную физику на древо астрономии – это работы по ядерным источникам энергии звезд. Тогда он шел по стопам А.Эддингтона, а зрелый плод всей этой деятельности достался Г.Бете. В космологии же у него не было “ядерных” предшественников; он начал первым и сам довел дело до победного конца. А в награду за смелую и исключительно изящную идею получил самое лучшее, что только можно было ожидать теоретику, – известие о наблюдательном открытии предсказанного им реликтового излучения.

Согласно теории Гамова, вначале был взрыв. Он произошел одновременно и повсюду во Вселенной, заполнив пространство горячим веществом, из которого через миллиарды лет образовались наблюдаемые тела Вселенной – Солнце, звезды, галактики и планеты, в том числе Земля и все что на ней. Ключевым и новым словом в этой космогонической картине было слово “горячее”, относящееся к первичному веществу мира.

Удивительно, но факт: Гамов считал, что идея горячего начала мира принадлежит не ему, а его учителю Фридману. Нетрудно убедиться, что в обеих космологических работах Фридмана нет ни слова о температуре ранней Вселенной. Скорее всего, в окружении Фридмана идея высокой температуры в самом начале космологического расширения при высокой плотности вещества считалась естественной или вовсе тривиальной. В конце концов, недаром же “при расширении тела охлаждаются, а при сжатии нагреваются”, как сказано в школьном учебнике физики.

Зачем же нужно, чтобы исходное вещество мира было горячим? Идея Гамова состояла в том, что в горячем и плотном веществе ранней Вселенной происходили ядерные реакции, и в этом ядерном котле, за несколько минут были “сварены” химические элементы, из которых и состоит теперь все на свете.

Расчеты ядерных превращений в условиях расширяющейся космической среды требовали немалых усилий, и Гамов привлек к ним своих аспирантов Ральфа Альфера и Роберта Хермана – талантливых молодых людей (из семей с российским корнями, кстати), выпускников Университета Джорджа Вашингтона. Ученики Гамова восхищались им и имели для этого все основания. “Человек безграничной энергии и юмора, он привносил в наши занятия и беседы анекдоты из своего неисчерпаемого запаса, остроты, загадки, а также и проницательные соображения и вопросы из разных областей физики. Все это перемежалось еще и частушками (вернее, лимериками, их английским эквивалентом), как приличными, так и не вполне. Была и классика – озорные поэмы Пушкина, декламируемые по-русски для одного из нас (Р.Х.) и тут же переводимые на неподражаемый гамовский английский для удовольствия всех остальных”.

Первая публикация, подготовленная Гамовым и Альфером, появилась в печати в 1948 году под... тремя именами: Альфер, Бете, Гамов. Как рассказывает Альфер, в уже готовый текст Гамов “с таинственным видом” вписал имя Бете с пометкой *in absentia*, которая при дальнейшей обработке в редакции почему-то пропала. Так возникла работа, ставшая сразу же общеизвестной под названием “ $\alpha\beta\gamma$ -теория”.

Самым ярким результатом этой теории стало предсказание существования космического фона излучения. Излучение должно было, по законам термодинамики, существовать вместе с веществом в молодой и горячей Вселенной. Оно не исчезает при общем расширении мира и сохраняется, – только сильно охлажденным, – до сих пор. Гамов и его сотрудники смогли ориентировочно оценить самую важнейшую физическую характеристику этого остаточного излучения – его температуру. У них получалось, что это очень низкая температура, близкая к абсолютному нулю. С учетом всех неопределенностей, неизбежных при весьма ненадежных астрономических сведениях о параметрах Вселенной как целого, эта температура должна лежать в пределах от 1 до 10 Кельвинов (то есть градусов абсолютной шкалы). В 1950 году, в одной научно-популярной статье (*Physics Today*, No. 8, стр. 76) Гамов объявил, что скорее всего температура излучения равна 3 Кельвинам.

Прошло 15 лет, и в 1965 году американские радиоастрономы Арно Пензиас и Роберт Вилсон открыли космический фон излучения и измерили его температуру: она оказалась равной 3 Кельвинам! Это было самое крупное открытие в космологии со времен открытия Эдвином Хабблом в 1929 году общего расширения Вселенной (предсказанного Фридманом в 1922-1924 годах). В 1978 году Пензиас и Вилсон получили Нобелевскую премию.

Как это ни покажется теперь странным, приоритет Гамова и его сотрудников в предсказании космического фона излучения был признан в США отнюдь не сразу. В докладе на большой (больше тысячи участников) конференции по релятивистской астрофизике в 1967 году в Нью-Йорке Гамов сказал под общий смех и аплодисменты: “Если я потерял пятак, а кто-то его нашел, как мне доказать, что это мой пятак? Заметьте, однако, что его нашли как раз там, где я его обронил!”

Один курьезный случай в этом роде произошел еще раньше, лет за десять до этого: Гамов не удостоился приглашения на Сольвеевскую конференцию 1958 года, специально посвященную космологии. Как это могло случиться? Возможно (так по крайней мере считали некоторые физики), все дело в том, что центральной фигурой на конференции был знаменитый космолог Жорж Леметр, и ему как аббату и президенту Папской академии наук не очень нравились шутки и остроты насчет “сотворения мира”, которые Гамов нередко позволял себе в научно-популярных статьях и лекциях, пародируя – вполне, впрочем, безобидно – священное писание. Что же касается Леметра, то определенно известно, что на многочисленные предложения установить научные контакты с Гамовым, как-никак самым активным космологом 40-50-х годов, аббат неизменно отвечал отказом.

С открытием космического излучения в космологии начался настоящий расцвет. Коллективными усилиями чуть ли не всех ведущих астрофизиков и астрономов, а также и молодых, активно работающих теоретиков и наблюдателей, во всем мире была очень быстро создана фундаментальная космологическая теория, в которой идеи Гамова получили полное и последовательное развитие. У нас она называется теорией горячей Вселенной; на Западе предпочитают другое название – теория Большого Взрыва.

Особенно значительный вклад в разработку этой теории внес Яков Борисович Зельдович со своей московской школой. Что касается космического излучения, то у нас его называют реликтовым, по предложению Иосифа Самуиловича Шкловского, а на Западе – чаще микроволновым.

Теория горячей Вселенной служит сейчас основой основ космологии. Новейшие открытия в этой науке, и, прежде всего, открытие космического вакуума (космологической постоянной), сделали ее как никогда ранее богатой и содержательной. Нобелевская премия за реликтовое излучение присуждена, как уже сказано, двум американским радиоастрономам, и разделить ее с ними следовало бы по справедливости Гамову. Так считает, например, Стивен Хокинг, легендарный космолог наших дней; он пишет об этом в широко известной книге «Краткая история времени». В общем, многие, как мы знаем, так считали и считают. Но премия была присуждена в 1978 году, когда Гамова уже 10 лет как не было в живых. А она, – по ее статуту, – дается лишь живым. Почему же, однако, в числе лауреатов нет его учеников – Альфера и Хермана? Казалось, они по всем статьям должны бы подойти для этого. Согласно «физическому фольклору», И.Р.Пригожин,

сам Нобелевский лауреат, считал, что Альфер и Херман должны были бы удостоиться этой премии наравне с Пензиасом и Вилсоном. Но эту премию дают одному, двум, самое большое трем, но никак не четырем лицам. Не удостоились этой премии и два других крупнейших научных достижения Гамова, о которых сказано в самом начале этой статьи...

Но судьба и без того щедро наградила Гамова – на его долю выпало счастье и настоящее везение и в науке, и в жизни. Прочитируем снова его учеников Альфера и Хермана: “Если сказать одним словом, то самым большим удовольствием для Гамова была физика. Он наслаждался физикой до такой степени, которая доступна лишь немногим, и более того

– умел передать это чувство удовольствия и восхищения и ученым и любителям науки в своих книгах и лекциях.”

K. Вейсман

Phys. Rev. Letters.

Electricity, Gravity, and Cosmology.

G. Gamow

University of Colorado.

Thirty years ago, P.A.M. Dirac¹⁾ expressed the opinion that very large dimensionless universal constants, such as the ratio of ~~electrostatic~~ ^{electrostatic} and gravitational ~~forces~~ ^{forces} constants, ~~which are~~ ^{which are} ~~related~~ ^{related} to forces between two protons $e^2/\gamma m_p^2 = 1.24 \cdot 10^{36}$, cannot possibly be pure mathematical numbers which will be derived sometime by somebody from some as yet nonexistent theory. He suggested that such very

Автограф Г. А. Гамова

ИСТОРИЯ КОСМОЛОГИИ

И.Л.Андронов

«Частые звездочки, звездочки тесные!
Что в вас прекрасного, что в вас могучего?
Чем увлекаете, звезды небесные,
Силу великую знания жгучего?»

Сергей Есенин

Человек и Мироздание! Не звучит ли это уж очень самонадеянно и дерзко?! Ведь что значит человек в сравнении с бесконечной Вселенной, среди безбрежных пустынь которой он затерян, как малая песчинка, человек, живущий один на крохотном куске космической материи и, может быть, обреченный быть робинзоном? А над ним черным шатром раскинулось темно-синее небо с мерцающими красавицами звездами. Сколько же их там? И каких только не бывает! То в разные стороны одна от другой поразбежались, стоят себе и подмигивают своим светом, а то соберутся вместе и белесым поясом уйдут за горизонт...

И действительно, человека приводил в изумление и восторг тот величественно-торжественный строй звезд, который впоследствии стал противопоставляться изменчивому, тленному и неупорядоченному миру земных вещей и привычных процессов. Отсюда нетрудно догадаться, почему в Древней Греции такое чисто эстетическое понятие, как Космос (первоначальные значения: украшение, хорошее устройство, красивое построение), переросло в космологическое и почему среди мыслителей античности мир, понимаемый как космос (красиво устроенное, упорядоченное Целое) стал считаться предметом, наиболее достойным философского рассмотрения. Недаром выдающийся древнегреческий философ Анаксагор на вопрос о том, «ради чего лучше родиться, чем не родиться?», недвусмысленно ответил: «Чтобы созерцать небо и устройство всего космоса!»

Развитие астрономии оказывает также огромное влияние на такие науки, как физика, математика, информатика, химия, поскольку в условиях Космоса можно встретить такие явления, которые недоступны для земных лабораторий. От близкого к нему макромира, человек со временем перешел к изучению далекого космоса. Естественно, что, когда человек обратился к пристальному изучению небесных явлений и попытался их объяснить, он обладал уже определенным знанием. Поэтому, столкнувшись с новыми явлениями – космическими, человеку пришлось переоценивать свои взгляды. И уже в древнем мире человек столкнулся с космологическими проблемами, в частности, с первой из них: есть ли у Земли конец?

Ответ на этот вопрос зависел от того, какая форма приписывалась Земле. До греков Землю считали плоской – такой, какой она представляется человеку, если не считать незначительных неровностей. Однако если бы Земля действительно была плоской, то из этого неизбежно следовало, что она имеет границу. Иначе получалось бы, что плоскость простирается в бесконечность, а это понятие не укладывается в рамки сознания. Но и предположе-

ние, что Земля имеет конец, тоже вызывало определенную неуверенность. Не упадет ли с нее неосторожный путник, подошедший слишком близко к краю? Соответственно, «Вселенная» приобретала сходство с ящиком: небо было изогнутой крышкой и боковыми стенками, а плоское дно было морем и сушей, на которой обитало человечество и все живые существа. Благодаря географическому положению, места проживания первых цивилизаций на Ниле, в Междуречье и на Инде имели вытянутую форму. К тому же и Средиземное море вытянуто с запада на восток. А потому и казалось логичным предположение, что «ящичная Вселенная» тоже вытянута.

Но, если бы Земля и в самом деле была плоской, то из любого места можно было бы видеть над головой одно и то же звездное небо. Однако если долго ехать на север, то часть звезд скрывается за южным горизонтом, а над северным поднимаются новые. При поездке же на юг наблюдается обратная картина. Проще всего это можно было бы объяснить, предположив, что Земля выгибается с севера на юг. Греческий философ Анаксимандр Милетский (611-546 годы до нашей эры) заключил из этого, что люди живут на поверхности цилиндра, закругляющегося с севера на юг.

Но и представление о цилиндрической форме Земле оказалось недостаточным. Люди знали, что суда, уходящие в плаванье в любом направлении, не просто делаются все меньше и меньше, сливаясь с далью, а постепенно исчезают из виду задолго до того, как превратятся в точку, словно корабль уходит за вершину холма. Кроме того, греческие астрономы полагали, что затмение Луны естественнее всего было бы объяснить тем, что Земля оказывается в этот момент как раз между Луной и Солнцем, и тень освещаемой Солнцем Земли падает на Луну, затмевая ее. Поперечное же сечение было всегда круглым, независимо от того, какое положение ось «Луна-Солнце» занимала относительно Земли. А таким телом может быть только шар. Да и меняющиеся фазы Луны наиболее просто объяснить, если предположить, что Луна – шар, а не круг. Но, как всегда бывает в развитии науки, «каждый успех наших знаний ставит больше проблем, чем решает» (Луи де Бройль). Поэтому неизбежно возникли вопросы о том, какое же место занимает Земля во Вселенной.

Пифагор Самосский (около 570-500 годов до нашей эры) считал, что Земля имеет шарообразную форму, как и другие небесные тела. Каждая планета якобы прикреплена к прозрачной хрустальной небесной сфере. В центре такой вселенной была помещена Земля, а вокруг нее расположены сферы Луны, Меркурия, Венеры, Солнца, Марса, Юпитера и Сатурна, а самой далекой считалась сфера неподвижных звезд. Пифагор много внимания уделял гармоническим соотношениям в музыке, и искал гармонию в «музыке небесных сфер». Платон (427-347 годы до нашей эры) несколько изменил порядок планет (Луна, Солнце, Венера, Меркурий, Марс, Юпитер и Сатурн) в своей модели, считая вращения сфер равномерными.

Однако, вращение небесных сфер с постоянной скоростью и с центром в Земле не может объяснить неравномерное движение планет, особенно попятное. Евдокс Книдский (около 408-355 годов до нашей эры) предложил модель, в которой небесные тела были прикреплены к сферам, вложенным одна в другую наподобие матрешки, и вращающихся в разных направлениях с разной скоростью. Всего для объяснения движения пона-

добилось 27 сфер. Ученик Платона Аристотель (384-322 годы до нашей эры) обобщил геоцентрическую модель мира, увеличив число необходимых небесных сфер до 55. Его учение, которое можно считать оригинальным и обобщающим завершением всего античного космологического мышления, открыло новую, страницу натурфилософии.

Аристотелевская схема Вселенной предполагает, что Вселенная – это:

1) всеобъемлющее тело, которое состоит из совокупности всех воспринимаемых тел, и поэтому единственна (больше одного мира не может быть);

2) пространственно конечна, ограничена крайней небесной сферой, за ней же «нет ни пустоты, ни места»;

3) вечна, безначальна и бесконечна во времени, причем небесное вечное не только в смысле неограниченного существования, но и абсолютной неизменности;

4) Земля неподвижна и находится в центре Вселенной, то есть занимает привилегированное положение («Так случилось, что Земля и Вселенная имеют один и тот же центр»);

5) земное и небесное – абсолютно противоположны как по своему физико-химическому составу, так и по характеру движения (Земля состоит из четырех стихий: земли, воздуха, воды и огня, которым присущи только прерывные прямолинейные движения, а небесное – тела из особой неземной сущности и движутся по непрерывным вечным круговым орбитам).

Таким образом, космологические идеи Аристотеля и положенные в основу его картины мироздания, даже более консервативны, чем идеи его предшественников, и кажется странным, что античность остановилась на этой сравнительно примитивной схеме. Так почему же эти идеи Аристотеля и пифагорейцев о движении Земли, а не «центрального огня» были отвергнуты? По-видимому, ответ на этот вопрос определялся не истинной картиной космоса, а тем, что Земля занимала значительно большее место в жизни людей, чем все остальные космические объекты. Эта система стала важнейшей частью религиозного мировоззрения феодального общества и господствовала почти две тысячи лет.

Гиппарх (II век до нашей эры) начал систематические астрономические наблюдения, заложил основы сферической астрономии, необходимой для математического анализа данных. Он предположил, что движение идет по круговым орбитам, но их центр не совпадает с Землей. Аполлоний Пергский (250-205 годы до нашей эры) и в дальнейшем Клавдий Птолемей, получивший в 121-151 нашей эры колоссальные ряды наблюдений, представляли движение в виде эпициклов и деферентов. Отношения радиусов основных эпициклов и деферентов у Птолемея с большой точностью совпадают с отношениями средних радиусов орбит Земли и планет. Точность расчета положения планет по этой модели была столь велика, что расхождение наблюдений Марса с теорией Птолемея на два градуса набезало за тысячу лет. Но, увы, до правильной интерпретации было еще далеко...

Однако, следует заметить, что за завесой религиозной идеологии все же не остановилось и не могло остановиться поступательное движение человечества, прогресс его материальной и духовной культуры. И в средние века не только Европа, но и Ближний и Средний Восток дали цивилизованному

миру не только плеяду замечательных мастеров поэзии, но и ряд выдающихся естествоиспытателей к философам. И переходя к конкретному описанию структуры Вселенной, какой она представлялась ученым этой эпохи, надо отметить, что и на мусульманском Востоке господствовала геоцентрическая система мира. Однако оторванность этих представлений от религии давала возможность критически мыслящим естествоиспытателям высказывать идеи, далеко выходящие за рамки птолемеевского учения о космосе.

Так, Абурейхан Бируни (973-1048), указывая на бездоказательность неподвижности Земли, говорит, что «вращательное движение Земли нисколько не противоречит астрономии, а все астрономические явления равно протекают в согласии с этим движением». Однако в целом мусульманский Олам представлял собой пространственно-конечный геоцентрический мир. В ряде работ средневековых восточных мыслителей предпринимаются попытки логически показать «конечность тела мира». Даже у Ибн-Сины (980-1037) и Ибн-Рушда (1126-1198) рядом с идеей бесконечности Вселенной во времени уживается представление о ее конечности в пространстве. Но в области практической и наблюдательной астрономии восточные ученые проделали значительную работу. Бируни в Хорезме, Хайям (1040-1123) в Исфахане, Вафа (939-998) в Багдаде, Туси (1201-1274) в Мароге, Ибн-Юнус (950-1009) в Каире и, наконец, Улугбек (1394-1449) в Самарканде вели систематические астрономические наблюдения, которые стимулировались главным образом практическими задачами, связанными с реформой календаря.

Еще более сильной критике подвергся другой фундаментальный принцип позднегреческой философии – принцип резкой противоположности земного и небесного, физики Земли и физики неба. В этом плане особенно интересны взгляды Абуснара Фараби (870-950). Во-первых, он отклонил, как ошибочную, одну из основных идей пифагорейской космологии, согласно которой космические тела, двигаясь по орбите, будто бы вызывают гармонически сочетающиеся звуки. Во-вторых, по мысли Фараби, небесные тела имеют с четырьмя элементами то общее свойство, что они состоят из материи и формы, «поскольку предполагается, что у них три измерения». Этот принцип противоположности земного и небесного не разделял также Бируни. Он считал, что небеса не только обладают фундаментальными свойствами земных явлений, но и воздействуют на эти явления. Ученый старался снять идеально-божественный покров с небес, приписывая кристаллическим сферам реальное физическое существование.

Впервые догмат о конечности мира в пространстве и времени был подвергнут сомнению в рамках религиозно-схоластической философии итальянским кардиналом Николаем Кузанским (1401-1464), которого служители культа отнесли к еретикам. Он не отверг бытие бога, но распространил его во всей природе. Космос Кузанский уподобляет бесконечному шару. Чем больше радиус шара, тем меньше искривление его поверхности. Если радиус шара бесконечен, то поверхность вообще не искривлена. Таким образом, противоположности круга и прямой снимаются в бесконечном, переходя в их тождество. Бесконечная Вселенная не имеет ни центра, ни периферии, она имеет «свой центр повсюду, а свою окруж-

ность нигде». Отсюда, в частности, следует, что ни Земля, ни любое другое тело привилегированного положения занимать не может. И земным, и небесным телам одинаково присуще материальное движение. Правда, движение, приписываемое Земле Кузанским, это не движение вокруг собственной оси и вокруг Солнца, но, скорее, смещение вокруг неточно фиксированного и постоянно смещающегося центра.

Но поворотным событием в естествознании явился знаменитый труд Николая Коперника (1473-1543) «Об обращении небесных сфер», в котором он обосновал гелиоцентрическую систему мира. Коперник нашел верное указание в натурфилософском учении школы пифагорейцев, а именно у Филолая, Гекетаса, Экфанта и Гераклита, которые высказали идею движения Земли и нецентральности ее положения в системе мироздания. Около 1515 года Николай Коперник формулирует в тезисной форме следующие революционные выводы: 1) Не существует общего центра для всех кругов, т. е. небесных сфер; 2) Центр Земли не является центром мира, а только центром тяжести и центром орбиты Луны; 3) Все пути планет окружают со всех сторон Солнце, вблизи которого находится центр мира; 4) Отношение расстояния Солнца от Земли к удаленности небосвода меньше, чем отношение радиуса Земли к расстоянию от Солнца, так что отношение это в бездне небес оказывается ничтожным; 5) Все, что мы видим движущимся на небосводе, объясняется вовсе не его собственным движением, а вызвано движением самой Земли. Это она вместе с ближайшими ее элементами совершает в течение суток вращательное движение вокруг своих неизменных полюсов и по отношению к прочно неподвижному небу; 6) Любое кажущееся движение Солнца не происходит от его собственного движения: это иллюзия, вызванная движением Земли и ее орбиты, по которой мы обращаемся вокруг Солнца или же вокруг какой-то другой звезды, что означает, что Земля совершает одновременно несколько движений; 7) Наблюдаемое у планет попятное движение и движение поступательное не являются их собственным движением: это тоже иллюзия, вызванная подвижностью самой Земли. Таким образом, уже самого ее движения достаточно, чтобы объяснить столько мнимых различий в небе.

Этот труд был опубликован только после смерти Коперника, спустя почти три десятилетия после создания, чтобы избежать гонений со стороны церкви. Увы, он был далек от ясного понимания бесконечности мира, так как он поместил в центр мира Солнце. Пламенный последователь учения Коперника Джордано Бруно (1548-1600) отбросил положение о центральном месте Солнца во Вселенной. Вслед за Николаем Кузанским, Джордано Бруно говорил, что центр бесконечности Вселенной находится всюду, а ее окружность – нигде. В мире, как целом, нет верха, низа, центра или периферии. Но он пошел дальше, т.к. он допускает наличие во Вселенной бесчисленного множества обитаемых миров, каждый из которых населен разумными существами. Этим в ещё большей степени опровергался веками сложившийся геоцентризм, который лежал в основе религии, и поэтому идея множественности миров вызвала ярость отцов церкви. И человек, который свою жизнь посвятил изучению Вселенной, кому «кристалл небес уж не преграда боле», был изуверски сожжен инквизицией на костре в 1600 году.

Новая глава в истории астрономии начинается с великого итальянского ученого Галилео Галилея (1564-1642), впервые направившего телескоп собственной конструкции в небо. Последнее, однако, оказалось не столь совершенным, вопреки многовековым уверениям библейско-христианской космологии. Галилей обнаружил не только пятна на Солнце, горы на Луне и спутники у Юпитера, но и звездный состав Млечного пути. Эти открытия, с одной стороны, значительно расширили пределы исследованной части Вселенной, а с другой – заложили основу нового понимания строения Космоса.

Физическое понимание гелиоцентрической системы мира Коперника началось с работ выдающегося немецкого ученого Иоганна Кеплера (1571-1630), который в результате тщательной теоретической обработки многолетних астрономических наблюдений своего учителя Тихо Браге сформулировал три закона движения планет по гелиоцентрическим орбитам. С мировоззренческой точки зрения, наиболее важным были первый закон, гласивший, что планеты движутся не по кругу, а по эллипсу, в одном из фокусов которого находится наше Солнце, и второй, связавший скорость с расстоянием. Это был революционный пересмотр одного из фундаментальных эстетико-религиозных принципов древней натурфилософии, которая господствовала над умами людей свыше двух тысячелетий.

Галилей же, занимаясь физическим обоснованием системы Коперника, не только сумел доказать однородность физической природы земных и небесных явлений, но и сформулировал принцип физической динамики, отличной от динамики Аристотеля. Так была подготовлена реальная почва для грандиозной научной задачи – объединения гелиоцентрической системы с земной механикой на основе принципа физической однородности астрономической Вселенной, то есть под углом зрения общих законов движения материи. Это было выполнено позднее Исааком Ньютоном, в результате чего перед пытливым человеческим разумом предстала гармония физических взаимодействующих космических объектов, крепко связанных крепкими узами всемирного тяготения. Вселенная Ньютона, по существу, это евклидово бесконечное многообразие, населенное равномерно распределенными звездами, подверженными хаотичным индивидуальным движениям, но находящаяся в покое в целом.

Дальнейшее же исследование Вселенной в XVIII-XIX веках было связано с созданием мощных телескопов, неизмеримо расширивших границы видимого мира и способствовавших накоплению необходимого опытного материала для создания небесной механики. В конце XVIII века было открыто, что туманность Андромеды, Магеллановы облака и некоторые другие объекты – это другие системы, состоящие из миллиардов звезд, как и наша Галактика. На основе этого И.Ламбертом (1728-1777) и И.Кантом (1724-1804) была выдвинута теория иерархического строения Вселенной, согласно которой в мире существует последовательная иерархия все возрастающих по масштабу систем.

Солнечная система входит в Галактику, совокупность галактик образует систему более высокого порядка – метagalактики, множество метagalактик – еще большую систему и так далее. Объединяются все эти

системы гравитационными силами, согласно закону всемирного тяготения, который считался абсолютным законом природы. К числу важнейших атрибутов материи ученые XVIII века включали инерцию, тяжесть, протяженность, непроницаемость, способность к образованию различных систем. Эта теория довольно интересна, поскольку от элементарных частиц к мегагалактике можно проложить восемь систем, отличающихся по масштабам в сто тысяч раз.

Так в XIX веке сложилась возможность для построения новой, классической системы мира. Теоретическими предпосылками для нее служили следующие «самоочевидные» аксиомы, согласно которым Вселенная рассматривалась как целое: 1) статичной, то есть неизменной во времени; 2) однородной (физическая равноправность всех точек пространства); 3) изотропной (физическая равноправность направлений в пространстве); 4) вечной (несотворимость и неуничтожимость); 5) пространственно-бесконечной и б) имеющей отличную от нуля среднюю плотность материи. Кроме того, в число этих предпосылок, включалась еще одна аксиома, согласно которой структура Вселенной в целом, как и структура любой составной части, вполне постижима на языке наличной системы физического знания. Физические же закономерности рассматривались как имеющие практически неограниченную степень распространения.

Многое стало известно астрономам, стали понятны и некоторые закономерности развития того мира, в котором мы живем. И, казалось, что приближается к завершению то неизвестное, которое было еще вне досягаемости человеческого разума. Но ведь еще древние греки представляли себе процесс познания таким образом, что он подобен кругу. Расширяется область наших знаний – увеличивается и круг. Но ведь вместе с ним увеличивается и соприкосновение с неизвестным – окружность. И поэтому неудивительно, что великий Ньютон в зените своей славы писал: «Не знаю, каким я могу казаться миру, но самому себе я представляюсь ребенком, который играет на берегу и развлекается тем, что иногда отыскивает красивую раковину или камешек, более яркий, чем обычно, в то время как великий океан истины неисследованной расстилается передо мной».

Так, великий океан истины открыл человечеству лишь часть того, что в нем содержится. И вместе с классической схемой Вселенной в науку вошли также парадоксы, которые не могли быть объяснены физикой того времени. К ним относятся три казавшихся неразрешимыми вопроса: 1) фотометрический парадокс Ольберса, заключающийся в том, что в бесконечной Вселенной луч света,двигающийся в любом направлении, рано или поздно наткнется на поверхность какой-нибудь звезды. Поэтому все небо должно было бы быть ярким, как средняя фотосфера звезды. Однако, небо все же темное... 2) Гравитационный парадокс заключается в том, что в бесконечной Вселенной с конечной плотностью будет бесконечной и сила притяжения в любом направлении. Тогда неопределенной является и равнодействующая таких сил, которая приводит к развитию нестабильности; 3) Термодинамический парадокс касается предположения о бесконечности Вселенной во времени. Он связан со вторым законом термодинамики, со-

гласно которому энтропия замкнутой системы увеличивается, или, по крайней мере, не уменьшается. Генерируемая энергия рассеивается в пространстве, и со временем источники энергии звезд должны иссякнуть. Вселенная должна стареть, и рано или поздно придти к термодинамическому равновесию при температуре всего лишь несколько градусов выше нуля. А за вечное время, прошедшее во Вселенной до данного момента, такой «вселенский холод» уже должен был бы установиться.

Лорд Кельвин говорил на рубеже XIX и XX веков, что здание физики почти завершено, и остались только два «облачка». Осознание этих парадоксов в большой мере способствовало тому, что в XX веке началась новая научно-техническая революция, в результате которой на сцену вышли квантовая механика и теория относительности.

Постоянство скорости света в вакууме в любой системе отсчета, доказанное в опыте Майкельсона и Морли, привело к идее о постоянстве так называемого «интервала» и разработке преобразований Лоренца, а в последствии и к созданию специальной теории относительности. Альберт Эйнштейн «заменял» силу тяготения искривлением пространства-времени, что обобщило классическую физику на случай сильных полей и больших скоростей. Наблюдения, которые объяснялись теорией относительности – это отклонение луча в поле тяготения Солнца и других тел («гравитационное линзирование», величина которого для слабых полей ровно вдвое превышает значение по механике Ньютона); движение перигелия Меркурия (в дополнение к вращению линии апсид из-за сплюснутости Солнца вследствие его вращения); гравитационные волны (до сих пор не зарегистрированные в наземном эксперименте, но объясняющие эволюцию тесных двойных звезд); черные дыры; замедление времени в сильных полях (запаздание радарного эхо, гравитационное красное смещение); релятивистский эффект Допплера и сложения скоростей; релятивистская диаграмма направленности излучения, изотропного в движущейся системе координат...

Космологическая модель Эйнштейна соответствовала принципу однородности и изотропности в больших масштабах. Однако в отличие от классической традиции, хотя полученное самосогласованное решение характеризовалось сферической симметрией, наблюдатель может сделать вывод о существовании конечного радиуса того шара, который представляется ему как Вселенная. Впрочем, вместо радиуса надо использовать деленную на 2π длину окружности. А при радиальном движении луч, посланный в каком-то направлении, должен вернуться обратно. Да и объем такого шара равен $2\pi R^3$, а не обычные для плоского пространства $4\pi R^3/3$. Впрочем, при движении в любом направлении достичь границы мира невозможно, поскольку «горизонт уходит от меня» (по словам поэта Михаила Светлова).

Наличие «горизонта событий» снимает парадоксы Ольберса и гравитации, связанные с бесконечностью пространства, но проблема вечности остается. Кроме «тепловой смерти», возникает проблема гравитационной неустойчивости. Хаотическое движение противостоит гравитационному сжатию. Однако, возможна фрагментация вещества.

Уравнения, полученные Эйнштейном, представляют собой дифференциальные уравнения второго порядка. И, соответственно, их решение содержит две константы, значения которых должны определяться из наблюдений. Первая из констант может быть интерпретирована, как масса притягивающего тела, а вот вторая соответствовала бы силе отталкивания, величина которой пропорциональна расстоянию от центра. Учитывая, что такую же зависимость от расстояния имеет и притяжение шара постоянной плотности, можно было подобрать такое значение этой постоянной λ , названной космологической, чтобы сила отталкивания в любой точке уравновешивала силу притяжения. Однако такое равновесие будет неустойчивым, и малейшее отклонение от него приведет либо к сжатию (коллапсу), либо расширению с ускорением.

В 1922 году ленинградский математик Александр Фридман предположил, что характерный размер Вселенной, так называемый «масштабный фактор», может меняться со временем. И, на смену представлениям о статичности, пришли динамические модели Вселенной. Нельзя зависнуть просто так над пропастью, однако, ее можно перепрыгнуть. В этом случае можно считать, что $\lambda=0$, и не предполагать наличие силы отталкивания, противоречившей всем представлениям. Но, если это так, то что же происходит со Вселенной в настоящее время? Сжимается она или расширяется?

Ответ на этот вопрос был дан в 1929 году, когда Эдмунд Хаббл показал, что, несмотря на наличие собственных скоростей движения, галактики, в среднем, удаляются от нас со скоростью v , пропорциональной расстоянию до них: $v=Hr$. Значение постоянной Хаббла H несколько раз перепределялось, и в настоящее время принимается равным 75 км/с/Мегапарсек. Разделив на эту величину скорость света $c=300\,000$ км/с, получим значение масштабного фактора (или радиуса «убегающего горизонта») $R=4$ миллиарда парсек. Это расстояние, которое свет проходит за «хаббловское время» $t_H=1/H$ равно 13 миллиардов лет.

То, что галактики удаляются от Солнечной системы, не означает, что последняя является центром Вселенной. Мы снова можем вспомнить слова Николая Кузанского о «центре везде, а окружности нигде». Если мы будем надувать шар, то скорость изменения расстояния между любыми двумя точками на его поверхности пропорциональна самому расстоянию, так что и для них будет выполняться «закон Хаббла». Разлетающиеся осколки после взрыва в пустоте удаляются друг от друга со своими постоянными скоростями, пропорциональными расстоянию, на которое они успели удалиться до настоящего времени.

Сделанная оговорка не случайна, поскольку, при существенном влиянии гравитации или трения о внешнюю среду, такие осколки будут замедляться, и в прошлом скорость расширения должна быть больше, чем сейчас. С другой стороны, возможно ненулевое значение λ , характеризующей космологическое отталкивание, что приведет к «замедлению замедления» расширения, или даже положительному ускорению, в зависимости от параметров модели. Фактически, современные космологические модели проверяются имен-

но величиной параметра ускорения, для улучшения точности определения которой необходим «прорыв» к наиболее далеким объектам во Вселенной в результате улучшения наблюдательных способностей телескопов.

Итак, в далеком прошлом, отстоящем от нас примерно на время t_H , расстояния между ныне далекими объектами были существенно меньше. При полном отсутствии момента импульса, Вселенная должна была быть «сжата в точку», а потом начала расширяться. Гравитация замедляет это расширение, и возможны следующие варианты изменения масштабного фактора, как показано на рис. 1: 1) неограниченное расширение, если средняя плотность ρ меньше некоторой критической ρ_k ; со временем скорость изменения масштабного фактора стремится к постоянной величине, равной скорости света; 2) неограниченное расширение, но на бесконечности скорость расширения асимптотически стремится к нулю; в этом случае $\rho = \rho_k$; 3) при $\rho > \rho_k$, силы гравитации со временем остановят расширение, и оно сменится сжатием; 4) при достаточно большом значении ρ , силы отталкивания превышают притяжение, и система выходит на экспоненциальное расширение.

Из всех этих решений наибольший эстетический интерес представляет третья модель «пульсирующей Вселенной». Как не вспомнить тут слова Гераклита о периодически воспламеняющемся и гаснущем огне... Впрочем, можно сравнить и с «огненной колесницей богов» древнеиндийских мифов. Особенно интересно, что зависимость масштабного фактора от времени в точности совпадает с изменением высоты точки на ободу колеса над поверхностью дороги. Эта математическая кривая называется циклоидой. Только период обращения такого «колеса» превышает десятки миллиардов лет...

Основная привлекательность модели «пульсирующей Вселенной» заключается в разрешении термодинамического парадокса. На стадии расширения, энергия звезд рассеивается в более холодном пространстве. Од-

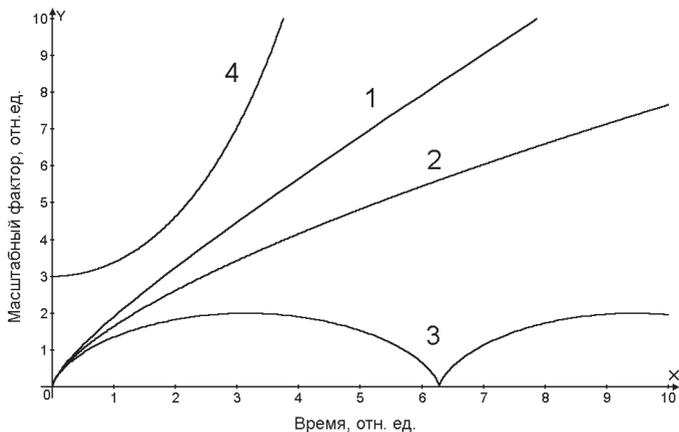


Рис. 1.

нако, на последних стадиях сжатия, плотность энергии излучения в пространстве будет больше, чем в веществе, и термоядерные реакции потекут вспять. Иногда такой процесс называют «обращением направления стрелы времени». А потом все начнется сначала...

В рамках такой модели, все же напоминающей ограниченный (в системе отсчета наблюдателя) шар, интересно выяснить, до какой степени будет происходить сжатие. В классической механике силой, противостоящей сжатию, может быть самостоятельное вращение отдельных частей целого вокруг центра. Тогда изменение радиуса шара будет подчиняться тем же законам, что и изменение расстояния до планеты, движущейся по эллиптической орбите. Но частичные пульсации не до нулевого расстояния не снимают термодинамический парадокс. Впрочем, а разве обязана Вселенная подчиняться представлениям о ней?

Так или иначе, но 13-14 миллиардов лет назад Вселенная была «сжата в точку», если сравнить ее с современным состоянием, и стала стремительно расширяться. Сверхплотное вещество, сверхвысокая температура и давление, которые должны стремиться к бесконечности при стремлении масштабного фактора к нулю. Как ведет себя материя при таких экстремальных условиях? Где происходят принципиальные изменения в строении материи? Ответ на эти вопросы дала теория «большого взрыва», основы которой были заложены Георгием Антоновичем Гамовым (1904-1968), первые научные шаги которого были сделаны в Одессе. Одним из основных его результатов был вывод о космологическом нуклеосинтезе, в результате которого из водорода был образован гелий, содержание которого в сотни раз превосходит то, которое должно было бы получиться в недрах звезд за время расширения. Хорошо, что эта стадия прошла столь быстро, что водород не весь успел выгореть в термоядерных реакциях, и его осталось около 70%, что позволяет поддерживать энерговыделение в звездах. В нашем Календаре этому му посвящен отдельный очерк Н.С.Комарова (1938-2003).

Схематически основные фазы развития Вселенной после «большого взрыва» показаны на рис. 2. О них написаны специальные книги, и поэтому ограничимся только чрезвычайно кратким перечислением. После уменьшения плотности до ядерных значений, образовалась смесь элементарных частиц – протонов p , нейтронов n , электронов e^- , позитронов e^+ , фотонов γ и так далее. При уменьшении плотности, произошел синтез ядер других химических элементов. Произошел отрыв вещества от излуче-

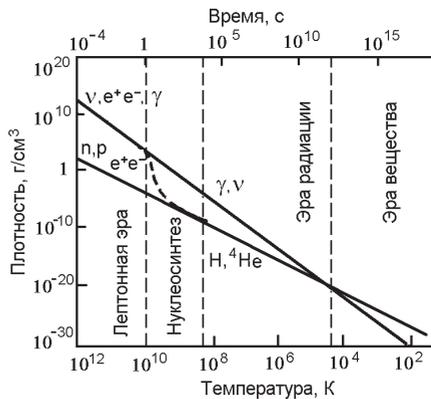


Рис. 2.

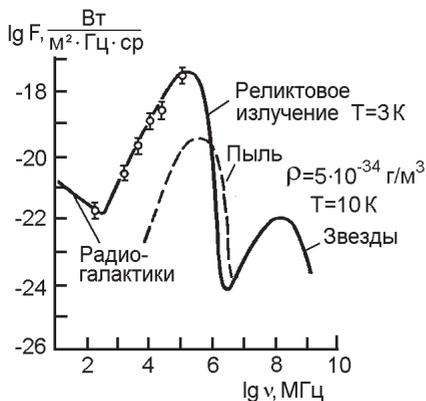


Рис. 3.

ния, однако, плотность энергии излучения преобладала над плотностью вещества, и оказывала доминирующее влияние на силы тяготения. Расширение происходило по закону $R \sim t^{1/2}$. В дальнейшем длина волны каждого фотона увеличивалась пропорционально R , обратно пропорционально уменьшалась энергия отдельного фотона и температура равновесного излучения. После того, как самогравитация излучения стала меньше, чем вещества, расширение перешло на закон с другим показателем степени $R \sim t^{2/3}$. Потом происходила конденсация

вещества, образование галактик и звезд, и Вселенная проэволюционировала до того состояния, в котором мы ее наблюдаем.

Г.А.Гамов предсказал, что в настоящую эпоху температура излучения, которое было названо «реликтовым», должна составлять около 5 градусов выше абсолютного нуля. А в 1963 году Пензиас и Вилсон открыли такое излучение, более точное значение температуры которого равно 2.7 Кельвина. Это было торжество модели «расширяющейся Вселенной». Усредненный по направлениям спектр приходящего на Землю излучения показан на рис.3. Излучение оказалось очень изотропным, не связанным с какими-то звездами и галактиками. Его небольшая асимметрия на уровне одной шестой процента позволила определить на основании эффекта Доплера движение Земли относительно «космологической» системы отсчета. Флуктуации потока дают информацию о распределении гравитационных центров, идет изучение возможного вращения наблюдаемой части Вселенной. Наблюдая далекие галактики и квазары, мы видим их такими, какими они были миллионы и миллиарды лет назад. Разрабатываются модели многомерных и множественных вселенных...

В астрофизике накоплен колоссальный объем знаний. Но можно ли сказать, что уже известно все? Конечно, нет. Мы можем еще глубже заглянуть в тайны природы, но при всей высоте уровня современной цивилизации следует помнить и об истории развития представлений человека о Космосе и том месте, которое он в нем занимает.

ХИМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД И ВСЕЛЕННОЙ

Н.С.Комаров

Звездное небо было, есть и будет всегда. Оно – поле вдохновения для поэтов и ученых. Звездное небо мы видим, благодаря лучистой энергии составляющих его звезд. Изучение природы звезд уже дало и еще даст множество открытий. Так, открытие химического элемента гелия (от греческого HELIOS – Солнце, так как именно в спектре Солнца нашли этот «новый» химический элемент) привело к открытию термоядерных реакций, в процессе которых происходит образование новых химических элементов и их изотопов (нуклидов) и выделение огромных энергий. Изучение же энергетики звезд привело к попыткам использования этих достижений на практике и дало толчок к пониманию неразрывной связи макро- и микромира.

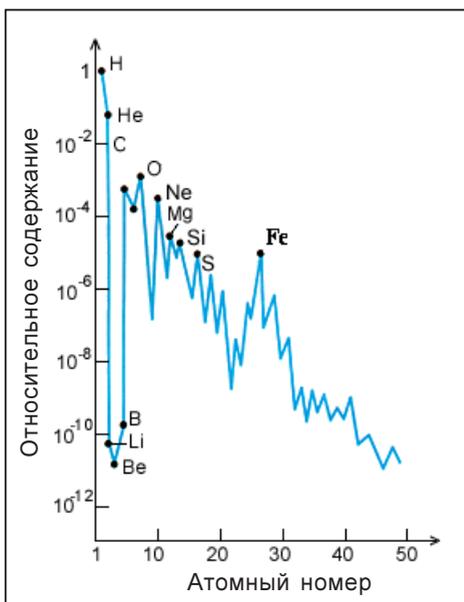
Таким образом, эволюция звезд сопровождается изменением первоначального химического состава вещества предшественников звезд (протозвезд), у которых состав определен прародительской межзвездной средой. А эта среда может быть “первичной” и “вторичной”, возникшей до и после распада “первичных” звезд. То есть, происходит химическая эволюция вещества, собственно звезд и состоящих из звезд галактик и их скоплений и обогащаемой при распаде звезд, – а это наблюдаемый факт, вспомним сверхновые звезды – межзвездной и межгалактической среды, а в перспективе и наблюдаемой нами Метагалактики. Тогда можно говорить, что химическая эволюция звезд определяет химическую эволюцию Вселенной.

Сделаем краткое описание классификации звезд, необходимое для понимания изложенного ниже материала. В начале XX века Э.Пиккеринг и его сотрудники В.Флеминг и А.Кэннон создали спектральную классификацию звезд в виде последовательности классов O, B, A, F, G, K и M (Oh, Be A Fine Girl, Kiss Me, в переводе: будь славной девочкой, поцелуй меня). Эта последовательность является температурной в пределах от 30 до 2 тыс. градусов и называется кислородной. Есть и другие последовательности, о которых в очерке не упоминается. В дальнейшем (А.Мори и другие) по спектральным особенностям звезд была введена классификация звезд по светимости, с выделением типов звезд: карлики, гиганты и сверхгиганты.

В 1905 году Э.Герцшпрунг построил диаграмму “видимая звездная величина-показатель цвета” для двух ближайших рассеянных скоплений Гиады и Плеяды, тем самым указав на существование звезд-гигантов и звезд-карликов. А в 1913 году Г.Рессел построил диаграмму “абсолютная звездная величина-спектральный класс” для звезд с известными параллаксами. Эти диаграммы были совмещены и называются диаграммой Герцшпрунга-Рессела (ГР). На диаграмме ГР все звезды располагаются в виде последовательностей: нормальные звезды-карлики (к ним принадлежит наше Солнце) составляют главную последовательность ГР. Звезды-гиганты составляют восходящую, горизонтальную и асимптотическую (АВГ) ветви звезд-гигантов. Имеются и другие последовательности. Пустоты на диаграмме означают запрет на наличие звезд с этими параметрами или же на очень короткую стадию их эволюции.

Многочисленные исследования звезд позволили определить химический состав их атмосфер и выявить распространенность химических элементов. Оно дается в виде логарифма отношения содержания химического элемента. В качестве нуля-пункта принято содержание водорода, как наиболее богатого в природе элемента, $\lg(H)=12.00$. Содержание химических элементов меняется по экспоненте с быстрым уменьшением от 12.0 (водород) до -0.49 (уран), с провалами и пиками. Трансурановые же элементы показывают большие флуктуации содержания.

Наиболее характерный провал на кривой распространенности элементов показывают литий (Li), бериллий (Be) и бор (B), имеющие содержание



в пределах 3.3-1.4, тогда как соседи гелий (He) и углерод (C) показывают содержание 11.0 и 8.6 соответственно. Наиболее характерный пик, так называемый “железный пик”, наблюдается у железа (Fe) и равен 7.5, тогда как соседи марганец (Mn) и кобальт (Co) показывают 5.5 и 4.9 соответственно. Роль содержания металлов группы железа в развитии звезд столь высока, что принято дополнительно “классифицировать” звезды по так называемой “металличности”. Практика показывает, что при этом увеличение металличности вещества сдвигает звезды на диаграмме ГР в сторону больших температур и светимостей.

Термоядерные реакции, протекающие в недрах звезд, как отмечалось выше, обогащают химическое содержание вещества.

Однако, если у звезд-карликов происходит преимущественно выгорание водорода с образованием гелия, то у звезд-гигантов, имеющих сложную слоистую структуру, возможно выгорание гелия и более тяжелых элементов, то есть роль звезд-гигантов в химической эволюции звездного вещества является определяющей. Поэтому им мы и будем уделять основное внимание.

Звезды-гиганты обладают высокими светимостями и доступны исследованию даже при значительном удалении от наблюдателя. К тому же спектры этих звезд имеют множество атомных и молекулярных линий поглощения, которые образуются на разных глубинах их атмосфер. Это дает принципиальную возможность изучать структуру и физико-химичес-

кие параметры атмосфер G,K,M – гигантов в зависимости от их расположения в Галактике и позволяет оценить содержание химических элементов и их изотопов в атмосферах.

Мы рассмотрим в основном звезды-гиганты кислородной последовательности диска Галактики. Дело в том, что при эволюции звезд химический состав их атмосфер может существенно изменяться. Так расчеты показывают, что звезда, попадая на ветвь гигантов, может испытать первое глубокое перемешивание из-за быстрого распространения конвективной зоны вглубь звезды и давать тепловые и гелиевые вспышки.

Отметим еще один впечатляющий результат – возраст звезд-гигантов диска Галактики в окрестности Солнца сравним с возрастом самых старых объектов нашей Галактики – шаровых скоплений (до 15 млрд. лет). Шаровые скопления принадлежат населению II-типа (населению гало Галактики). Этот вывод может существенно изменить наши представления о путях эволюции объектов Галактики.

По самым новым данным параметры холодных звезд-гигантов кислородной последовательности звездного поля диска Галактики, в настоящее время располагающиеся в окрестностях Солнца (в спектральном интервале G-M), находятся в пределах температур от 5500 до 2500 градусов, логарифмов ускорений силы тяжести на поверхности звезд от 3.0 до -0.75 и металличностей от 0.3 до -0.5. Светимости звезд значительно различаются в зависимости от спектрального класса (на порядок величины), радиусы меняются от 5 до 30 радиусов Солнца, а массы от 0.7 до 1.3 масс Солнца. Средние величины содержания металлов группы железа в интервалах спектральных классов G0-K0,K1-K5 и M0-M4 равны -0.20,-0.07 и -0.20 по логарифму соответственно. Около 7% звезд можно отнести к сверхметаллическим с содержанием металлов от 0.3 до 0.1 по логарифму с максимумом концентрации в спектральном классе K3. На диаграмме ГР сверхметаллические звезды расположены среди старых и молодых звезд-гигантов. Для старых звезд металличность обнаружена в пределах от 0.1 до -0.5, а для молодых – от 0.1 до -0.1 (если не учитывать сверхметаллические звезды). Все это указывает на усиление процессов перемешивания в межзвездной среде при эволюции Галактики.

При анализе содержания химических элементов в атмосферах звезд мы сталкиваемся с ситуацией, когда обнаруживаются звезды с отличием от “нормального”, иначе “солнечного” содержания (например, звезды II типа населения Галактики, звезды типа R СтВ, пекулярные, металлические, циркониевые и углеродные звезды и так далее). Однако подчеркнем, что в тоже время химический состав межзвездного газа в областях ионизации водорода (HII- области) вокруг вновь образующихся звезд и в планетарных туманностях (объектах, которые образовались в поздней стадии эволюции звезды) близок к составу солнечной системы. Более того, содержание химических элементов в других галактиках и квазарах (наиболее старых объектов Вселенной) мало отличается от солнечного. Все это должно быть объяснено теорией образования и эволюции химических элементов и их изотопов.

Можно отметить три этапа в развитии теории происхождения и эволюции химических элементов и их изотопов. В 30-е годы получила развитие равновесная теория образования элементов, которая объясняла образование всех элементов Вселенной в результате единовременного акта творения. Возникновение этой теории было обусловлено фактом существования корреляции между распространенностью нуклидов и энергией связи ядра. Однако первые сравнения теоретической и наблюдаемой кривых распространенности показали на невозможность образования всех элементов в однородных условиях при одной и той же температуре и давлении. Эта теория в какой-то мере могла объяснить распространенность элементов с атомными номерами (массовыми числами A) до $A=50$ (кроме лития ${}^7\text{Li}$, бериллия ${}^9\text{Be}$, бора ${}^{10}\text{B}$ и ${}^{11}\text{B}$ – число перед обозначением элемента равно массовому числу нуклида). Распространенность элементов железного пика ($A=53-63$) значительно отличается от предсказаний равновесной теории.

В 40-х годах усилиями Г.А.Гамова и других была разработана неравновесная теория нейтронного захвата образования элементов и их изотопов при расширении Вселенной после Большого Взрыва. Образование элементов и их изотопов в результате процессов захвата нейтронов было прекращено из-за быстрого расширения Вселенной и, как следствие этого, падения температуры и плотности (при этих условиях период полураспада нейтрона равняется 15 минутам). Впервые Г.А.Гамовым была показана связь процессов образования элементов и их эволюции с космологией – наукой происхождения и развития Вселенной.

В настоящее время считается (проведены необходимые расчеты), что при космологическом взрыве могли образоваться лишь самые легкие элементы: водород ${}^1\text{H}$, дейтерий ${}^2\text{H}$, тритий ${}^3\text{H}$ и гелий ${}^4\text{He}$. Более тяжелые элементы образоваться не могли (исключая, может быть, ${}^7\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{10}\text{B}$ и ${}^{11}\text{B}$). Однако в 50-х годах было выяснено, что тяжелые элементы могли образовываться в недрах звезд, которые являются основными термоядерными котлами, производящими тяжелые (тяжелее гелия) химические элементы – в их недрах происходит нуклеосинтез.

Ядерные процессы, обеспечивающие энергетику звезд в разной стадии эволюции и эволюцию химических элементов и их изотопов, суть следующие:

1. Теория горения водорода в результате протон-протонной (pp-цикл) или углеродно-азотно-кислородной (CNO-цикл) реакций. Если в звезде есть ядра химических элементов, возникшие в результате горения гелия, то этот процесс может создать ядра элементов с массовыми числами $A=Z+N$ (Z – число протонов, N – число нейтронов) от 12 до 23. pp-цикл, при температуре равной приблизительно 8 млн. градусов и выше, протекает в сравнительно холодных (менее массивных) звездах, а CNO-цикл – в более горячих (массивных) звездах и эффективен при температурах выше 20 млн. градусов.

2. Горение гелия (3 альфа-процесс) в недрах звезд приводит к образованию ядер углерода. Для этой реакции необходимы температуры порядка 100 млн. градусов. Такие условия могут быть только в недрах красных звезд-гигантов. При этих условиях путем последовательного захвата альфа час-

тиц (ядра гелия) могут образоваться ядра химических элементов вплоть до магния, а затем процесс должен прерваться из-за малой для этого процесса температуры и невозможности преодоления кулоновского барьера.

3. Захват альфа частиц (α -процесс) происходит при температурах в миллиарды градусов. Эти температуры в недрах звезд достигаются после выгорания гелия в ядре звезды и его сжатия. При этих температурах энергичные фотоны могут стать источником альфа частиц, которые в свою очередь синтезируются с ядрами неона и образуют ядра магния. При увеличении температуры до 3 млрд. градусов может произойти последовательный захват альфа частиц и синтезироваться ядра кремния (^{28}Si), серы (^{32}S), аргона (^{36}Ar) и кальция (^{40}Ca). Это может привести к избытку элементов альфа-процесса. Звезды в это время находятся на асимптотической ветви звезд-гигантов (АВГ) и их основные параметры не должны зависеть от первоначальной массы, а зависят только от массы вырожденного углеродно-кислородного (СО) ядра.

4. При гидростатическом горении С, О и Si выделяется меньше энергии, чем при горении гелия (в свою очередь при горении гелия выделяется только порядка 10% энергии по отношению к энергии, выделяемой при горении водорода). Звезда эволюционирует в область больших светимостей. Время жизни звезды на этой стадии мало и поэтому маловероятно обнаружить звезду на этой стадии и проанализировать ее химический состав.

5. Равновесный процесс (e -process) ответственен за образование элементов в области “железного пика” и он происходит после альфа-процесса, когда звезда снова сжимается и температура достигает 4 млрд. градусов. Вещество в этом состоянии может пребывать очень короткое время, а затем ядерные процессы должны прерваться (заморозиться). При этих условиях наиболее вероятно образование элементов с наибольшими энергиями связи в ядре, а именно ядра с массовыми числами от 50 до 60 (элементы “железного пика”).

6. Медленный захват нейтронов (s -процесс) ответственен за образование нуклидов с массовыми числами $A=56-209$. Процесс прерывается из-за образования ядер, подверженных альфа-распаду. Основным параметром s -процесса является наличие источника нейтронов. В недрах красных гигантов предположительно такой источник существует. Распространенность нуклидов при s -процессе должна быть обратно пропорциональна эффективным сечениям захвата нейтронов. Важность процесса захвата нейтрона стала ясна только после его открытия.

7. Быстрый захват нейтронов (r -процесс), при котором происходит последовательный захват нескольких нейтронов прежде, чем произойдет радиоактивный распад. Этот процесс возможен лишь при мощном потоке нейтронов. Такие потоки возможны только при вспышках сверхновых звезд (SN). Так как поток нейтронов быстро падает после взрыва звезды, то время быстрой цепной реакции захвата нейтронов не превышает 100 секунд. При r -процессе образуются богатые нейтронами тяжелые элементы до $A=270$. Ядра с массовыми числами $A=260-270$ неустойчивы и распадаются на осколки и этот процесс происходит быстрее, чем захваты нейтронов, и r -процесс обрывается.

8. Захват протонов (p-процесс) ответственен за образование химических элементов с избытком протонов (^{74}Se , ^{78}Kr , ^{44}Sr , ^{92}Mo , ^{94}Mo , ^{96}Ru , ^{102}Pd , ^{106}Cd и так далее). Богатые протонами ядра химических элементов могут образоваться в некоторых фазах вспышек сверхновых звезд.

9. Бомбардировки ядер C,N,O протонами и альфа частицами высоких энергий (I-процесс). Речь идет о космических лучах, пронизывающих пространство, разного происхождения. Легкие ядра ^6Li , ^7Li , ^9Be , ^{10}B и ^{11}B не могут образоваться в процессе звездного нуклеосинтеза (за исключением, может быть, ^7Li при условии его быстрого выноса в области звезды с более низкой температурой), а наоборот разрушаются в звездных недрах (Li – при температуре в 2 млн. градусов, Be – при температуре в 4 млн. градусов, а B – при температурах более 5 млн. градусов!). Поэтому их содержание в атмосферах звезд должно быть в 100 раз ниже первоначальных значений (после Большого Взрыва!). Однако у некоторых звезд-гигантов содержание ^7Li превосходит космологическое содержание, а содержания ^7Li в метеоритах и в атмосфере Солнца различаются почти на два порядка!

В настоящее время считается, что легкие элементы образовались в результате бомбардировки космическими лучами межзвездной среды. В результате I-процесса могли образоваться ядра ^6Li , ^9Be , ^{10}B и ^{11}B . Поэтому, перед астрофизиком стоит проблема определения содержания легких элементов в атмосферах наиболее старых звезд, которые показывают дефицит металлов. Они должны иметь “первичное” космологическое содержание этих элементов.

Для астрофизиков важен вопрос, на какой стадии происходит перемешивание межзвездной среды с веществом, прошедшим звездную стадию эволюции? Известно, что это происходит во время вспышек сверхновых I-го и II-го типов (SNI, SNI_I), возможно, во время вспышек новых звезд (N), когда эти звезды взрывным механизмом рассеивают в пространство иногда значительную часть своего вещества. Однако звезды, находящиеся на асимптотической ветви гигантов (АВГ), являются главными поставщиками синтезированных ядер в межзвездную среду посредством обычного звездного ветра и сверхветра.

Массивные, короткоживущие звезды (с массами больше 8 масс Солнца) синтезируют кислород, элементы альфа-процесса и легкие Z-нечетные и N-четные элементы (натрий, алюминий). Звезды типа SNI с массами 1-3 массы Солнца являются источником элементов группы железа. Эволюция этих звезд происходит медленнее звезд типа SNI_I. Именно звезды типа SNI являются основными поставщиками этих элементов в межзвездную среду, так как при взрыве происходит полное разрушение звезды.

Звезды, находящиеся на стадии АВГ, определяют содержание тяжелых элементов, синтезированных в результате s-процесса, и элементов CNO-группы и их изотопов (например, значения отношения изотопов $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ меняются в атмосферах холодных звезд в пределах 4-90). Звезды АВГ имеют вырожденное углеродно-кислородное ядро (CO-ядро) и два тонких слоевых источника из гелия и водорода, которые включаются попеременно и вызывают гелиевые вспышки. Это способствует перемешиванию вещества, прошедшего нуклеосинтез, с веществом атмосфер звезд.

Итак, мы имеем дело, по крайней мере, с четырьмя типами звезд, которые ответственны за распространённость нуклидов в Галактике (и во Вселенной). Можно предположить, что их вклад может меняться с возрастом Галактики и при этом можно ожидать лишь частичного перемешивания вещества в зависимости от вкладов сверхновых (SNII и SNI) и звезд-гигантов (ветви АВГ). Поэтому звезды данной металличности могут иметь разные распространённости других элементов и их изотопов, в частности, элементов альфа-процесса.

По современным представлениям теории эволюции звезд время пребывания звезды на определенной стадии (в том или ином месте диаграммы ГР) существенно зависит от ее массы, первоначального химического состава и процессов термоядерного синтеза. Принадлежность звезд к разным типам населения Галактики, к разным типам скоплений и к динамическим группам дает прекрасную возможность проследить эволюцию химического состава их атмосфер в зависимости от возраста и химического состава прародительского вещества. Эволюция звезд разных масс и разного первоначального химического состава происходит по разному сценарию.

Звезды-гиганты диска Галактики находятся на разных стадиях эволюции, – первая и последующие ветви гигантов (ВГ), голубая и красная части горизонтальной ветви гигантов (ГВГ и КВГ), асимптотическая ветвь гигантов (АВГ), – и они расположены в проникающих в друг друга областях диаграммы ГР. Если теория эволюции звезд в плане перемешивания вещества их атмосфер с продуктами термоядерного синтеза имеет под собой основание, то содержание химических элементов и их изотопов в атмосферах холодных звезд-гигантов и сверхгигантов при надежности определения их фундаментальных характеристик может дать информацию об эволюционном статусе звезды: ее массу и химический состав прародительского вещества.

Простейшая интерпретация спектральной классификации звезд привела к необходимости сделать предположение о различии химического состава атмосфер холодных звезд-гигантов. Имеются звезды с избытком или дефицитом элементов группы железа, с разными отношениями в содержании изотопов углерода, кислорода, элементов с четным и нечетным значениями Z , с избытком или дефицитом в содержании элементов s -процесса и так далее.

Звезды главной последовательности (ГП) диска Галактики в окрестностях Солнца имеют следующие средние содержания элементов СНО-группы: $[C/H]=-0.23$, $[N/H]=0.38$, $[O/H]=-0.03$, где $[A/H]=\lg(A(Зв)/H)-\lg(A(Сн)/H)$ ($\lg A(Зв)$ – содержание определенного химического элемента в атмосфере звезды, а $\lg A(Сн)$ содержание того же элемента в атмосфере Солнца. Логарифм содержания водорода принимается равным 12.0.

Прародителями звезд-гигантов спектральных классов G-K являются звезды-карлики спектральных классов F-G, имеющих массы в пределах 0.8-3.0 массы Солнца. Следовательно, в их атмосферах можно ожидать наличие продуктов термоядерного синтеза. Действительно, для 4-х и 2-х звезд-гигантов скопления Гиady и Ясли среднее отношение $C/N=0.9$, а

для Солнца $C/N=4.8$. При этом для звезд-карликов скопления Гиады отношение содержания углерода к азоту такое же, как и для Солнца. В среднем для звезд-гигантов поля диска Галактики получено, что $C/N=2.3$, то есть содержание азота растет, а углерода падает.

Для звезд с дефицитом металлов и с массами меньшими массы Солнца отношение содержания углерода к азоту равно солнечному, в то время как отношения содержания азота к железу для звезд-гигантов выше солнечного, а отношение содержания углерода к железу меньше для звезд-гигантов, чем для Солнца. В то же время суммарное содержание элементов C,N,O для звезд-карликов и звезд гигантов скопления Гиады и звездного поля диска Галактики почти одинаково. Таким образом, для атмосфер звезд-гигантов характерно уменьшение содержания углерода, увеличение содержания азота при почти постоянном содержании кислорода по сравнению с содержанием их в атмосферах звезд-карликов.

Содержания химических элементов для атмосфер звезд-гигантов поля Галактики в окрестности Солнца прекрасно согласуются с содержанием химических элементов звезд-карликов в области металличности от -2.4 до 0.35 , содержания элементов альфа-процесса в избытке для звезд с дефицитом металлов, в то время как натрий и алюминий показывают дефицит по отношению к элементам альфа-процесса.

Отношения содержаний изотопов элементов C, O, Mg, Al, Si, Ca, Ni, Zr могут отличаться от "стандартных" и дать информацию о термоядерных процессах по присоединению альфа-частиц и нейтронов. Показано, что в процессе эволюции звезды происходит увеличение отношения содержания изотопов кислорода с массовыми числами 16 и 17, и в тоже время, уменьшение отношения содержания изотопов кислорода с массовыми числами 16 и 18. Как указывалось выше легкие элементы Li, Be, B легко разрушаются при низких температурах и так как при переходе к звездам-гигантам происходит увеличение температуры, то следует ожидать уменьшения содержания этих легких элементов.

В нормальных гигантах в процессе термоядерного синтеза можно ожидать изменения отношений в содержании нуклидов, а в результате циркуляции вещества, гелиевых вспышек, глубоко проникающей конвекции и истечения вещества эти изменения проявляются на поверхности звезды. Были проведены оценки отношения содержания изотопов титана по полосам поглощения (линиям поглощения) молекулы окиси титана TiO . Эти отношения оказались близкими к солнечным. Другую группу измеренных отношений изотопов составляют изотопы магния (по полосам молекулы MgH) и углерода (по полосам молекул CN, CH).

Для поддержания структуры красного гиганта необходимо отсутствие полного перемешивания между внутренними и внешними слоями, что приводит к необходимости разработки особых механизмов выноса из ядерных областей звезды продуктов термоядерного синтеза в атмосферы звезд. Как было показано выше отношения изотопов $^{12}C/^{13}C$ для звезд-гигантов значительно меньше земного (солнечного). Особый интерес представляют красные гиганты с дефицитом металлов (с металличностью,

равной -2.0), которые должны быть звездами малой массы и образоваться из облака с массой, равной миллионам и десяткам миллионов масс Солнца. Массивные короткоживущие звезды поставляют в это облако различные металлы и продукты CNO-цикла.

Вариации интенсивностей полос CN, CH и NH свидетельствует о том, что красные гиганты произошли из прародительского вещества с разным соотношением продуктов термоядерного синтеза. В этом отношении показателен мощный радиоисточник Кассиопея А (CasA) – остаток сверхновой, вспыхнувшей примерно 300 лет назад. В нем обнаружены волокна с преимущественным содержанием кислорода. Видны линии элементов серы, аргона и кальция. Это означает, что звезда на эволюционной стадии предсверхновой имела слоистое строение и толщины этих слоев определялись первоначальной массой звезды.

При анализе результатов определения содержания химических элементов в атмосферах холодных звезд-гигантов кислородной последовательности галактического диска необходимо, по мере возможности, учитывать принадлежность звезд разным стадиям звездообразования и их нахождение на разных восходящих ветвях звезд-гигантов, на горизонтальной ветви, на асимптотической ветви гигантов. Это связано с тем, что мы можем лишь грубо оценить для одиночных звезд поля их массу и то при таких предположениях, что возникает вопрос о достоверности результатов. Мы судим об эволюционном статусе звезды по ее положению на диаграмме ГР, но в одном и том же месте диаграммы ГР могут находиться звезды в разной стадии эволюции из-за влияния различий в массах и в первоначальном химическом составе родительского протозвездного облака.

Казалось бы, лучше положение со звездами, которые принадлежат рассеянному скоплениям и динамическим группам, из-за возможности оценки их возраста. Но тут мы сталкиваемся с парадоксом! Как сказано выше, относительное количество звезд-гигантов спектральных классов G5-K0 со “стандартным” химическим составом должно быть мало, а в спектральном интервале K2-K5 относительное количество звезд-гигантов со “стандартным” химическим составом преобладает. Однако, в наиболее близких рассеянных скоплениях (Гиады и Ясли) звезды-гиганты спектрального класса K0 имеют “стандартный” химический состав (за исключением некоторых элементов, например, углерода, кислорода, натрия), а в наиболее хорошо изученной динамической группе Волосапа звезда-гигант Арктур (K2) имеет явный дефицит элементов.

Конечно, астрофизика делает лишь первые шаги в понимании глубинных процессов эволюции материи во Вселенной и в этом направлении много может дать расширение и углубление исследований интересных объектов – красных гигантов в широком диапазоне длин волн и с использованием молекул. Во всяком случае, можно сказать, что мы сами состоим из новейших достижений в спектроскопии атомов и звездной пыли, которая является продуктом многих давно угасших ядерных топков. Все описанные выше процессы могут качественно объяснить распространенность химических элементов и их изотопов в звездах (в частности, в солнечной системе) и межзвездной среде, а также в Метагалактике и во Вселенной.

ГЕОРГИЙ ГАМОВ – ФИЗИК ХХІ ВЕКА

Г.С.Бисноватый-Коган

В 2004 году исполняется 100 лет со дня рождения одного из самых выдающихся физиков 20-го века – Георгия Антоновича Гамова. В честь этой даты в родном городе Гамова, в Одессе, 8-14 августа 2004 года состоится Международная научная конференция под названием “Астрофизика и космология после Гамова – теория и наблюдения”, в работе которой должны принять участие ведущие астрофизики и космологи из многих стран мира.

Г.А.Гамов родился и вырос в Одессе, получил высшее образование в Одессе и Ленинграде, работал в СССР и различных европейских странах, а в 1933 году уехал из СССР, стал невозвращенцем, и с 1934 года поселился в США. Драматическая история отъезда Гамова с женой из СССР, полная приключений и психологической борьбы с властью, изложена в его автобиографической книге “Моя мировая линия”, которая читается с таким же интересом, как авантюрный роман. Гамов обладал несомненным литературным талантом, о чем свидетельствуют и его до сих пор читаемые научно-популярные книги.

Талант Гамова как физика проявился рано, и к тридцати годам он был уже всемирно известным ученым, автором классической работы по теории α -распада, на основе которой рассчитываются скорости всех ядерных реакций. В США в 1946-1949 годах Гамов написал свои самые знаменитые работы о происхождении Вселенной в виде расширяющегося огненного шара с гигантской начальной плотностью и температурой. Он выполнил также несколько других замечательных работ: о резонансных β -переходах в атомных ядрах, о нейтринном излучении звезд. Недавно петербургский физик и астрофизик Д.Г.Яковлев обнаружил еще одно важное открытие Гамова, связанное с ядерными реакциями в очень плотном холодном веществе, так называемые пикноядерные реакции. При большой плотности вещества ядра располагаются так близко друг от друга, что возникает возможность туннельного перехода и их слияния за счет колебаний ядер при нулевой температуре. При достаточно большой плотности вещества межядерные расстояния становятся сравнимыми с амплитудой нулевых колебаний. Вычисления скорости этой реакции опубликованы в 1940 году студентом Гамова, В.Вильдхаком, который сильно благодарит (*express my great indebtedness*) его за предложенную тему работы. Переоткрытая заново через почти 20 лет Я.Б.Зельдовичем, пикноядерная реакция очень важна в астрофизике, препятствуя существованию достаточно массивных холодных водородных звезд.

Известный советский астрофизик И.С.Шкловский называл три результата Гамова, достойных, по его мнению, нобелевской премии: теория альфа-распада, теория горячей Вселенной и работа по биофизике, внесшая большой вклад в разгадку генетического кода. Фоновое излучение во Вселенной, предсказанное Гамовым, было открыто в 1965 году, и открывшие его экспериментаторы получили нобелевскую премию при жизни Гамова,

которого при этом забыли. Вряд ли эта “забывчивость” была случайной. Научные результаты Гамова, в том числе и теория горячей Вселенной, опубликованная в самых престижных физических журналах и изложенная им в отдельной книге “Создание Вселенной” (Creation of the Universe), вышедшей двумя изданиями в 1952 и 1961 годах, имели мировую известность. Причина состоит, видимо в личности самого Гамова, независимости его поведения, отказе подчиняться условностям.

В науке, как и в искусстве, лучший судья – это время. Теперь, через 100 лет после рождения и более 30 лет со дня смерти всем ясна выдающаяся роль Г.А.Гамова в построении современной физики, астрофизики и космологии, в создании научного мировоззрения. Г.А.Гамов вернулся на родину, Украину, Россию, где он стал легендой. Международные научные конференции, связанные с именем Г.А.Гамова, проводятся уже в третий раз. Две первых. В 1994 и 1999 годах состояли из двух этапов: одесского и питерского, в городах, где Г.А.Гамов сформировался как ученый и как личность.

Подготовка Гамовской конференции в Одессе, посвященной его столетнему юбилею, идет полным ходом.

Международная научная конференция
**“АСТРОФИЗИКА И КОСМОЛОГИЯ ПОСЛЕ ГАМОВА:
ТЕОРИЯ И НАБЛЮДЕНИЯ”**

Одесса, Украина, 8-14 августа 2004 года

Темы конференции:

1. Мемориальная сессия (*руководитель А. Дернин*)
2. Космология и гравитация (*руководитель А.И.Жук*)
3. Крупномасштабная структура Вселенной (*руководитель В.Лукаш*)
4. Гравитационные линзы во Вселенной (*руководитель М.В.Сажин*)
5. Нейтронные звезды и черные дыры: наблюдения и аккреционная теория (*руководитель М.Прохоров*)
6. Нуклеосинтез в звездах, межзвездная среда, звездообразование (*руководитель Н.Г.Бочкарев*)
7. Астрофизика высоких энергий (*руководитель Б.И.Гнатык*)

Основные сведения конференции на странице в Интернет: <http://www.iki.rssi.ru/gmic100>

СОЛНЦЕ И ГЕОМАГНИТНАЯ ОБСТАНОВКА В 2003 ГОДУ

В.Н.Ишков

С июля 2002 года Солнце вступило в фазу спада 23 цикла солнечной активности. Напомним, что точка максимума (число Вольфа $W^* = 120.7$) цикла была пройдена в апреле 2000 года и относит этот солнечный цикл к циклам средней величины, таким как 13, 15, 17 и 20, у которых сглаженное относительное число пятен в точке максимума имеет значения $130 \geq W^* \geq 80$. На рис. 1 показано развитие 23 цикла солнечной активности по сравнению с другими статистически значимыми циклами средней величины после 84 месяцев его развития. Точки минимумов всех циклов сведены к началу 23 цикла.

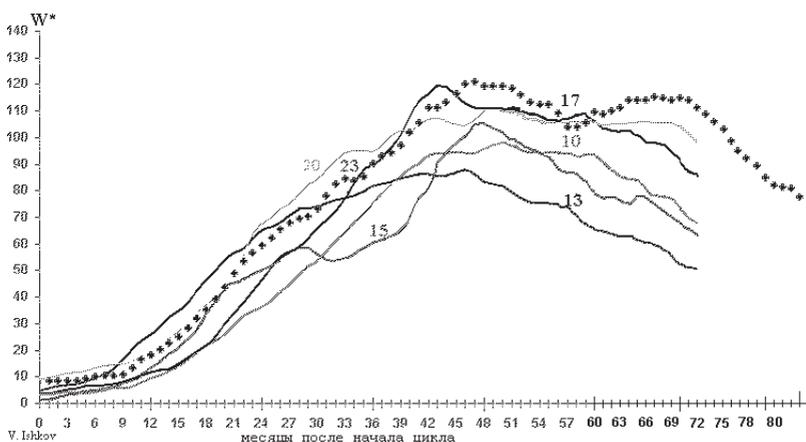


Рис. 1. Развитие 23 цикла солнечной активности по сравнению с другими статистически значимыми циклами средней величины

В рассматриваемый период сохраняется асимметрия между южным и северным полушариями Солнца в количестве появившихся на видимом диске Солнца групп пятен. Из 300 групп пятен, появившихся за прошедший год, в южном полушарии Солнца появилось 163, а в северном — всего лишь 137. Больших групп пятен (площадь $S_p \geq 500$ миллионных долей полусферы (м.д.п., где 1 квадратный градус = 48.5 м.д.п.) также больше было в южном полушарии — 8, а в северном — 7. Однако самые большие группы пятен ($S_p \geq 900$ м.д.п.) появлялись только в северном полушарии. Интересно отметить, что если взять относительное число пятен отдельно для каждого полушария, то асимметрия становится в пользу южного полушария, что видно из рис.2.

В первой декаде октября 2002 года по видимому диску Солнца проходила группа пятен (координаты N14 и L337, где N — северная широта, L —

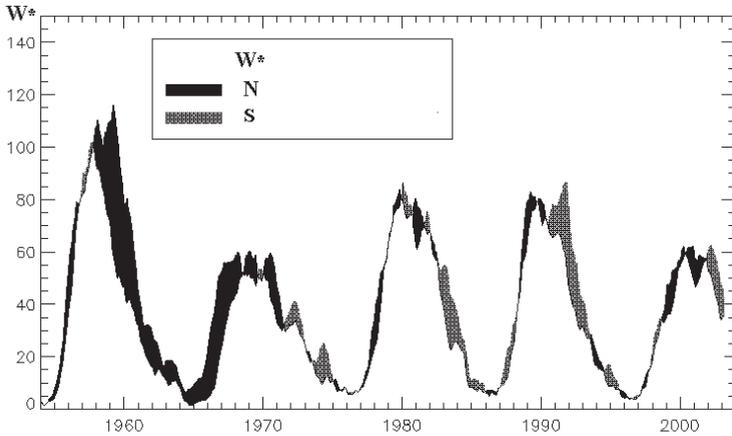


Рис. 2. Развитие последних циклов солнечной активности по полушариям: светлым обозначен избыток активных областей северного полушария, темным – южного

абсолютная гелиографическая долгота), в которой 3 октября наблюдалось всплытие нового магнитного потока, результатом которого явилось резкое усиление вспышечной активности 4–5 октября 2002 года. Наибольшая вспышка произошла 5 октября, и ее балл был M5.9 (M – протонные вспышки), она сопровождалась большим выбросом коронального вещества и радиовсплеском II типа, отражающим распространение ударной волны в короне Солнца. Возмущение от этой вспышки, достигнув Земли, вызвало малую магнитную бурю 7–9 октября 2002 года. Следующая большая вспышка балла X1.2/1B (X – рентгеновские вспышки) произошла вблизи западного лимба Солнца в группе пятен с координатами N08 L056 31 октября 2002 года, вызвав в околоземном космическом пространстве малое протонное событие (2 частицы на m^2 – солнечных единиц потока – с.е.п.).

В ноябре 2002 года наиболее интересными событиями на Солнце стали вспышка балла M4.1 (9 ноября) в группе пятен с координатами S11 L302 (S – южная широта), давшая протонное событие (404 с.е.п.) и большая вспышка балла M7.4/1F в группе пятен южного полушария с координатами S17 L109. Последняя вспышка произошла в восточной полусфере Солнца, влияние которой на Землю было незначительным.

В декабре 2002 года пятнообразовательная активность Солнца к концу месяца впервые упала до низкого уровня. Всего наблюдалась одна большая вспышка балла M6.8 (20 декабря) в большой группе южного полушария Солнца с координатами S28 L128. Малое протонное событие (8 с.е.п.) зарегистрировано 19 декабря от вспышки балла M2.7/2N в северном полушарии Солнца.

В январе 2003 года пятнообразовательная активность Солнца продолжала снижаться. Высокие значения ежедневного относительного числа солнечных пятен наблюдались в период 7-15 января. Во вспышечном отношении первый месяц нового года был спокойным. Всего на Солнце за весь месяц произошло 6 вспышек средних баллов и 10 выбросов солнечных волокон.

В феврале 2003 года пятнообразовательная активность Солнца поставила еще один рекорд – 17 февраля наблюдалось минимальное с 1997 года ежедневное относительное число пятен ($W=10$). Всего за месяц наблюдалось лишь три вспышки средних баллов.

В марте пятнообразовательная активность Солнца немного повысилась, оставаясь на среднем уровне. Во вспышечном отношении первый месяц весны был спокойным до 17 марта, когда в центральной зоне южного полушария Солнца появилась (14 марта) быстроразвивающаяся группа солнечных пятен с координатами S14 L061. За 42 часа 17–19 марта в ней произошло две большие рентгеновские вспышки балла X1.5 и семь вспышек средних баллов M. До третьей декады апреля 2003 года вспышечная активность была в основном на низком уровне – вспышки средних баллов отмечены только 4, 9 и 18 апреля.

С 21 марта 2003 года началась вспышечная активность в группе пятен северного полушария с координатами N18 L180. В ней за семь дней осуществилось две большие геоэффективные вспышки (23 и 24 апреля), балла M5.1 и M7.8 и восемь вспышек средних баллов. До 27 мая зарегистрирована всего одна вспышка среднего балла, которая произошла во второй день месяца.

Наиболее интересный период вспышечной активности за рассматриваемый период захватил интервал времени с 27 мая по 18 июня 2003 года. Он связан с прохождением по видимому диску Солнца в течение 2-х оборотов Солнца одной группы пятен южного полушария с координатами S07 L187 и одной группы пятен северного полушария – N11 L023. В первой активной области вспышечный период продолжался с 27 мая по 3 июня как результат всплывтия нового мощного магнитного потока, увеличившего площадь группы пятен в 4 раза за двое суток.

Пять больших вспышек, из которых 3 были балла X (X1.3 – 27.05; X3.6 – 28.5 и X1.2 – 29.05), явились источником протонного события (126 с.е.п.) и большой магнитной бури 28-31 мая 2003 года в околоземном космическом пространстве. Второе малое (27 с.е.п.) протонное событие последовало за вспышкой балла M9.3 31 мая. 9-12 июня начала выдавать большие вспышки и северная активная область, после всплывтия в ней нового магнитного потока 5 – 8 июня. За три дня в ней осуществилось 6 больших солнечных вспышек, 3 из которых были баллов X (X1.2 и X1.3 – 9 июня и X1.6 – 11 июня). Несмотря на удобное для прихода к Земле солнечных протонов, значимого протонного события у Земли не наблюдалось. 15–17 июня 2003 года при выходе на второй оборот группа пятен южного полушария выдала две большие вспышки X1.3 и M6.8 соответственно. Последняя дала малое (24 с.е.п.) событие в околоземном пространстве.

Последние три месяца рассматриваемого периода (октябрь 2002 года – сентябрь 2003 года) вспышечная активность была низкой, всего 7 вспышек средних баллов произошло с 20 июня по 30 сентября 2003 года.

Основные характеристики наиболее значительных и геоэффективных солнечных вспышек и вызванные ими явления в околоземном космическом пространстве приводятся ниже в таблице 1.

Таблица 1

Дата	Начало UT_0	Длит. (мин)	Координаты		Балл	P_r с.е.п.	Магнитные бури
			ϕ	λ			
05.10.02	20 ^h 42 ^m	45	N14	E31	M5.9/1F		ММБ 7-8.10
31.10.02	16 47	>13	N19	W87	X1.2/1B	2	
09.11.02	13 07	81	S12	W29	M4.6/2B	404	ММБ 12-13.11
18.11.02	02 01	21	S17	E56	M7.4/1F		
19.12.02	21 34	89	N15	W09	M2.7/2N	8	ММБ 23-24.12
20.12.02	13 12	16	S25	W34	M6.8/SF		
17.03.03	18 50	80	S14	W38	X1.5/1B		ММБ20-21.03
18.30.03	11 51	80	S15	W46	X1.5/1B		ММБ 20-21.03
23.04.03	18 50	61	N22	W25	M5.1/1N		ММБ 24-25.03
26.04.03	08 01	>8	N17	W67	M7.0/SB		
27.05.03	22 56	108	S07	W17	X1.3/2B		БМБ 27-31.05
28.05.03	00 17	84	S07	W20	X3.6/2B	125	БМБ 27-31.05
29.05.03	00 51	66	S06	W37	X1.2/2B	125	БМБ 27-31.05
31.05.03	02 13	85	S07	W65	M9.3/2B	27	ММБ 1-3.05
03.06.03	00 07	>36	S06	W90	M5.6/SF		
09.06.03	21 31	>12	N13	W32	X1.7/SF		
10.06.03	10 55	42	N11	W45	M5.1/2N		
10.06.03	18 07	128	N14	W44	M5.6/SF		
10.06.03	23 19	129	N10	W40	X1.3/2B		
11.06.03	20 01	81	N14	W57	X1.6/1N		
12.06.03	01 04	167	N15	W65	M7.3/1F		
15.06.03	23 25	62	S07	E80	X1.3/SF		
17.06.03	22 27	77	S08	58	M6.8/1F	24	

Оптический балл вспышек: F – слабая, N – нормальная, B – яркая; цифра перед буквой характеризует площадь вспышки, ϕ – гелиографическая широта а λ – угловое расстояние от центрального меридиана в градусах. P_r – поток солнечных протонов в максимуме в солнечных единицах потока протонов с.е.п. – число протонов с энергиями > 10 МэВ через 1см^2 за 1с в стерадиане; GLE – вспышка проявилась в возрастании на нейтронных мониторах, что свидетельствует о приходе к Земле протонов с энергиями >1 ГэВ. ММБ, УМБ, БМБ, ОБМБ – малая, умеренная, большая и очень большая магнитные бури.

Основной особенностью периода можно считать резкое и неожиданное усиление геоэффективности солнечных корональных дыр (КД) – областей в короне Солнца, магнитное поле которых открыто в межпланетное пространство. С середины января 2003 года сильно возросло количество дней с возмущенной геомагнитной обстановкой и, соответственно, количество магнитных бурь. С 18 января по 30 апреля 2003 года было всего 10 дней со слабовоз-

мушенной геомагнитной обстановкой, а из остальных 153 дней (с 1 мая по 30 сентября) 98 дней сохранилась возмущенная геомагнитная обстановка.

Таблица 2

Дата t_0 UT	Дата t_c UT	$t_c - t_0$ ч.	A_p :	A_{msc} :	NOAA класс	Источник		
01 10	11	02 10	12	26	75	80	G3	DSF+CH
02 10	17	05 10	05	61	57	44	G2	F1
05 10	11	05 10	23	13	30	25	G1	F1
06 10	20	08 10	19	48	37	33	G2	CH+F1
09 10	09	10 10	13	29	27	23	G1	F1?
14 10	06	14 10	19	14	28	25	G2	DSF?
16 10	17	17 10	05	12	16	19	G1	DSF
23 10	18	26 10	01	56	51	47	G2	CH+FL
26 10	07	28 10	06	48	23	27	G1	FL+CH
02 11	07	05 11	18	83	26	39	G1	CH
20 11	16	23 11	08	64	50	39	G3	CH+FL
26 11	14	27 11	08	19	23	25	G1	F1
19 12	0537	19 12	22	17	24	31	G1	FL
20 12	15	21 12	06	16	14	30	G2	FL
23 12	06	24 12	02	21	26	27	G1	FL
24 12	09	25 12	03	12	17	25	G1	F1
26 12	11	28 12	01	39	34	30	G2	CH
03 01	14	04 01	09	20	15	25	G1	DSF
19 01	07	20 01	07	25	19	19	G1	DSF
22 01	16	23 01	07	15	21	19	G1	F1+CH
24 01	15	26 01	02	36	26	21	G1	CH
29 01	12	30 01	20	33	31	28	G2	CH
01 02	16	03 02	04	38	47	48	G2	DSF
03 02	11	05 02	03	40	25	31	G1	CH
09 02	11	10 02	08	22	18	20	G1	DSF
26 02	12	28 02	01	38	23	30	G1	CH
03 03	13	05 03	02	38	29	31	G1	CH
05 03	10	07 03	16	55	26	26	G1	F1?
14 03	07	15 03	24	42	27	27	G2	CH
16 03	10	18 03	16	55	41	31	G2	F1+DSF+CH
20 03	0444	21 03	24	33	32	26	G1	F1
23 03	06	24 03	09	28	27	27	G2	DSF
27 03	00	28 03	09	33	29	26	G1	F1?
28 03	14	31 03	02	61	29	29	G2	CH+DSF
31 03	08	01 04	07	24	36	46	G2	CH+F1?
02 04	05	03 04	02	22	22	29	G1	CH?
03 04	14	05 04	24	59	32	24	G1	CH?
08 04	0112	09 04	15	38	25	20	G1	CH
10 04	07	10 04	23	17	29	23	G1	CH
14 04	12	15 04	15	28	23	19	G1	DSF
16 04	07	17 04	20	38	32	26	G2	F1?
18 04	05	19 04	01	21	23	20	G1	F1?
20 04	13	22 04	24	59	21	24	G1	DSF
24 04	10	26 04	02	41	27	27	G1	F1+CH
29 04	14	01 05	11	17	35	44	G2	CH+DSF

Таблица 2 (продолжение)

Дата t_0 UT	Дата t_e UT	t_e-t_0 ч.	A_p :	A_{msc} :	NOAA класс	Источник
05 05 16	07 05 18	50	38	34	G2	DSF+CH
08 05 00	09 05 16	40	33	34	G1	CH+DSF
10 05 00	10 05 12	12	42	36	G2	CH+DSF
11 05 01	11 05 16	17	36	30	G2	CH+DSF
13 05 00	15 05 20	68	32	32	G1	DSF
21 05 11	22 05 22	36	27	28	G1	CH
26 05 20	29 05 02	55	42	31	G1	CH
29 05 1155	31 05 07	43	102	64	G4	DSF
01 06 13	02 06 19	31	41	29	G2	F1+CH
03 06 00	03 06 24	24	28	24	G1	CH
04 06 08	04 06 21	14	27	28	G1	CH
07 06 06	08 06 24	43	30	32	G1	CH
09 06 06	10 06 19	38	31	22	G2	CH
14 06 04	15 06 07	28	36	28	G1	F1
16 06 0926	19 06 03	66	60	35	G3	DSF+CH
24 06 03	24 06 17	15	29	19	G1	CH?
26 06 08	27 06 24	41	32	25	G2	DSF
28 06 05	30 06 11	54	32	36	G2	DSF+CH
03 07 12	05 07 08	44	29	27	G1	CH
11 07 03	12 07 20	42	50	35	G3	DSF+CH
14 07 22	15 07 12	14	30	24	G1	CH
15 07 2034	17 07 07	36	52	25	G2	DSF+CH
18 07 23	20 07 11	25	23	28	G1	CH
26 07 11	27 07 18	31	29	33	G1	CH+DSF
29 07 01	02 08 09	104	40	35	G1	CH+DSF
05 08 23	06 08 18	19	52	24	G3	CH+F1?
07 08 11	08 08 20	27	30	29	G1	F1+CH
12 08 00	12 08 22	23	28	22	G1	CH
20 08 16	22 08 23	55	61	48	G3	F1+CH
23 08 03	25 08 11	80	48	40	G3	CH+F1?
04 09 09	05 09 02	17	20	25	G1	CH
15 09 23	20 09 19	108	66	60	G3	DSF+CH
21 09 02	21 09 20	20	24	20	G1	CH
24 09 00	25 09 22	46	35	33	G2	?

Дата t_0 и t_e – даты начала и конца геомагнитной бури: месяц, число и время в UT; t_e-t_0 – длительность магнитной бури в часах; A_p – планетарный индекс геомагнитной активности; A_{msc} – индекс геомагнитной активности по Москве; NOAA классификация магнитных бурь: G1 – если хотя бы один 3-х часовой k-индекс равен 5; G2–k=6, G3–k=7, G4–k=8, G5–k=9. Источник – солнечное событие, следствием которого явилась данная магнитная буря: DFS – выброс волокна, CH – корональная дыра, F1 – солнечная вспышка.

Складывается ощущение, что высокоскоростные потоки солнечного ветра каждой корональной дыры накачивают в магнитосферу Земли столько энергии, что ее хватает на возмущение геомагнитного поля на период от 3 до 6 суток после окончания воздействия потока. При этом две самые большие корональные дыры, разнесенные на полоборота Солнца, уже просуществовали по 13 и 14 солнечных оборотов и продолжают свою

жизнь в короне Солнца. Для любознательного читателя приводим таблицу 2 геомагнитных возмущений превысивших порог магнитной бури в октябре 2002 – сентябре 2003 годов.

Напомним читателю основные свойства текущего 23 солнечного цикла, второго, нечетного составляющего физического 22-летнего цикла, в котором впервые для статистически значимых солнечных циклов (с 1849 года), правило Гневышева – Оля оказывается нарушенным.

Формальное начало текущего 23 цикла солнечной активности май 1996 года с начальным значением сглаженного числа Вольфа $W^*_{\text{мин}} = 8.1$. Первая группа 23 цикла появилась непосредственно в точке минимума (май 1996 года), тогда как во всех изученных циклах первые группы пятен нового цикла появлялись не менее чем за полтора года до точки минимума. Начало фазы роста – сентябрь 1997 года ($W = 51.3$, $F_{10.7} = 96.2$), когда на видимом диске Солнца появились первые две большие группы солнечных пятен с площадями >500 м.д.п.

Максимум цикла был достигнут в апреле 2000 года со значением сглаженного числа $W^*_{\text{макс}} = 120.7$, что относит текущий цикл к солнечным циклам средней величины. Время осуществления переполусовки (окончательная смена знака солнечных структур на широтах $N, S > 60^\circ$) общего магнитного поля Солнца – с июня по декабрь 2000 года. В новом магнитном цикле приполярные структуры в северном полушарии (например, корональные дыры) имеют отрицательную магнитную полярность.

Четко обозначенный вторичный максимум в сглаженных значениях относительных чисел пятен наступил в ноябре 2001 года, составил $W^*_2 = 115.8$, необычайно затянулся (с августа 2001 по март 2002 года) и сглаженное число Вольфа не опустилось ниже $W^* = 114$.

Наиболее значимый сюрприз текущего цикла солнечной активности состоит в том, что в радиоизлучении Солнца на волне 10.7 см (2695 МГц) вторичный максимум ($F^*_{\text{фев.}} = 197$ с.е.п.) впервые за всю небольшую историю наблюдения Солнца в радиодиапазоне (с 1947 года) оказался значительно выше первичного ($F^* = 181$ с.е.п.). Значения радиопотока, превышающие его величину в апреле 2000 года, держался с июля 2001 года по февраль 2002 года.

Значительное отставание текущего цикла по общему количеству активных областей, появившихся на видимом диске Солнца за одинаковый период развития для трех последних циклов, и, возможно с этим связанный, значительный избыток количества корональных дыр. К настоящему времени сохраняется тенденция, что в солнечных циклах с “дефицитом” активных областей существует “избыток” корональных дыр.

Сами группы пятен меньше по размерам, менее сложные, с более медленным темпом развития и большим временем жизни. Это характерные признаки стабильных (не вспышечных) активных областей, которые могут указывать на более слабую циркуляцию в солнечной конвективной зоне в текущем цикле по сравнению с несколькими предыдущими. Количество высокоширотных ($\geq 30^\circ$) групп пятен близко к “нормальному”, наблюдаемому во всех изученных циклах, и значительно уступает циклам 22 и 19. По двум последним циклам это хорошо видно из “диаграммы бабочек” на Рис. 3.

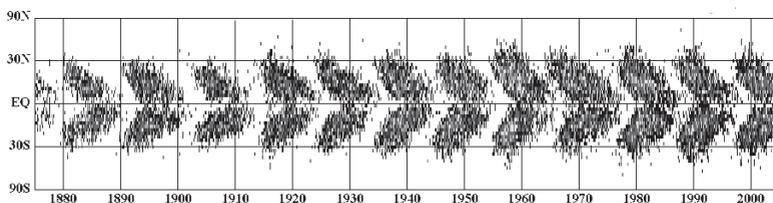


Рис. 3. Диаграмма бабочек для последнего физического 22-летнего цикла солнечной активности (солнечные циклы 22 и 23)

Сохраняется значительное отставание текущего цикла по количеству оптических вспышек, рентгеновских всплесков и протонных событий, в том числе и больших. На фазе спада резко выросла геоэффективность и время жизни солнечных корональных дыр и, соответственно, выросло число дней с возмущенными геомагнитными условиями (в том числе и магнитных бурь) в околоземном космическом пространстве.

Таблица 3

Среднемесячные индексы солнечной и геомагнитной активности

Дата	W	$F10.7$	A_p	W^*	$F10.7^*$	A_p^*
2002 III	98.1	180.3	10	113.3	195.7	13.0
2002 IV	120.4	189.8	15	110.4	191.5	13.2
2002 V	120.8	178.4	15	108.8	188.0	13.3
2002 VI	88.5	148.7	11	106.2	183.0	13.5
2002 VII	99.9	173.5	13	102.7	176.3	13.9
2002 VIII	116.4	183.9	16	98.7	169.5	14.3
2002 IX	109.3	175.8	14	94.6	164.2	14.9
2002 X	97.5	167.0	23	90.5	159.5	15.5
2002 XI	95.5	168.7	16	85.2	154.8	16.3
2002 XII	80.8	158.6	17	82.1	150.9	17.0
2003 I	79.7	144.0	13	81.0	149.2	18.2
2003 II	46.0	124.5	17	78.5	144.7	18.9
2003 III	61.1	132.2	21	74.1		
2003 IV	60.0	126.3	20			
2003 V	55.2	129.3	26			
2003 VI	77.4	129.4	24			
2003 VII	85.0	127.8	20			
2003 VIII	72.7	122.1	23			
2003 IX	48.8	112.2				

W – среднемесячное относительное число солнечных пятен; $F10.7$ – наблюдаемое значение потока радиоизлучения на 10.7 см (2695 МГц); A_p – среднемесячное значение геомагнитного A_p -индекса. W^* , $F10.7^*$, A_p^* – среднемесячные величины, сглаженные за 13 месяцев.

Основные среднемесячные индексы солнечной и геомагнитной активности за 2002–2003 годы текущего цикла приведены в таблице 3.

Детальные, регулярные наблюдения Солнца были начаты королевской обсерваторией в Гринвиче с 1874 года. Эти наблюдения включали информацию о размерах, положении и числе пятен на видимом диске Солнца. Эти наблюдения показали, что солнечные пятна появляются на поверхности Солнца не случайным образом, а концентрируются в двух широтных полосах по обе стороны солнечного экватора. Диаграмма “бабочек” (рис.3), показывающая положения пятен в каждом обороте Солнца, начиная с 1874 года, дает возможность видеть, что в начале каждого цикла солнечной активности эти полосы формируются на средних широтах (30° - 40°) и, по мере развития солнечного цикла сдвигаются к экватору. В конце цикла, в фазе минимума, наряду с пятнами старого цикла, которые располагаются у экватора, на более высоких широтах появляются полосы нового цикла.

В настоящее время можно с уверенностью сказать, что текущий цикл развивается по сценарию, типичному для средних по величине циклов солнечной активности. Сюрпризы текущего цикла объясняются недостаточностью наших знаний о законах развития циклов солнечной активности.

Научные наблюдения солнечных пятен начались лишь с 1849 года – с середины 9 солнечного цикла, то есть уверенные данные мы имеем лишь за 13 одиннадцатилетних циклов или за 6,5 физических, двадцатидвухлетних. Вся история с ранними прогнозами будущего цикла солнечной активности показывает, что в настоящее время нет ни одного метода, позволяющего дать прогноз развития цикла солнечной активности до его начала, а так как интервал прогноза невелик, всегда найдется прогнозист, который “угадаст” величину максимума будущего солнечного цикла, но все параметры его “угадать” не удастся.

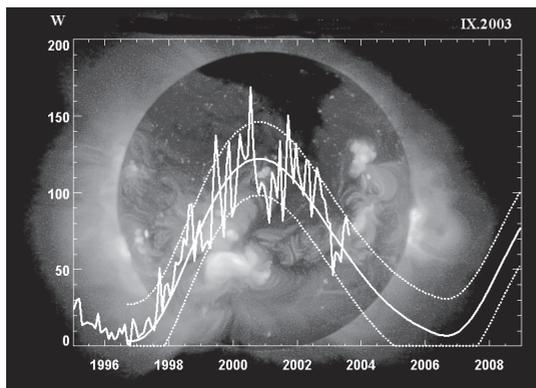


Рис. 4. Развитие и прогноз эволюции текущего 23 цикла солнечной активности. К настоящему времени сохраняется тенденция, что в солнечных циклах с “дефицитом” активных областей существует “избыток” корональных дыр (КД)

Иное дело прогноз развития будущего солнечного цикла после его начала. Уже после 18-20 месяцев его развития можно с уверенностью сказать, в семейство каких циклов попадает текущий цикл солнечной активности, и определить его высоту, время наступления максимума и основные моменты его развития. По последним двум циклам солнечной активности наиболее успешный прогноз развития цикла

после его начала дали метод Вальдмайера и метод подобия семейств солнечных циклов, предложенный автором данной статьи.

Эволюцию и прогноз дальнейшего развития текущего солнечного цикла можно видеть из рис. 4 (<http://www.sec.noaa.gov>), а основные характеристики известных циклов солнечной активности можно взять из таблицы 4.

Таблица 4

Циклы солнечной активности 1–23

Номер цикла	Год, месяц начала цикла	Максимум цикла год, месяц	Минимум цикла год, месяц	W* макс.	Длительность, годы	Ветвь роста, годы	Ветвь спада, годы
1	1755 III	1761 VI	1766 V	86.5	11.25	6.25	5.0
2	1766 VI	1769 IX	1775 V	115.8	9.0	3.25	5.75
3	1755 VI	1778 V	1784 VIII	158.5	9.25	2.92	6.33
4	1784 IX	1788 II	1798 IV	141.2	13.67	3.42	10.25
5	1798 V	1805 II	1810 VII	49.2	12.25	6.75	5.5
6	1810 VIII	1816 IV	1823 IV	48.7	12.75	5.67	7.08
7	1823 V	1829 XI	1833 X	71.7	10.50	6.50	4.0
8	1833 IX	1837 III	1843 VI	146.9	9.67	3.33	6.33
9	1843 VII	1848 II	1855 XI	131.6	12.42	4.58	7.83
10	1855 XII	1860 II	1867 II	97.9	11.25	4.17	7.08
11	1867 III	1870 VIII	1878 XI	140.5	11.75	3.42	8.33
12	1878 XII	1883 XII	1890 II	74.6	11.25	5.0	6.25
13	1890 III	1894 I	1901 XII	87.9	11.83	3.83	8.00
14	1902 I	1906 II	1913 VII	64.2	11.58	4.08	7.50
15	1913 VIII	1917 VIII	1923 VII	105.4	10.0	4.0	6.0
16	1923 VIII	1928 IV	1933 VIII	78.1	10.08	4.67	5.42
17	1933 IX	1937 IV	1944 I	119.2	10.42	3.58	6.83
18	1944 II	1947 V	1954 III	151.8	10.17	3.25	6.92
19	1954 IV	1958 III	1964 IX	201.3	10.50	3.92	6.58
20	1964 X	1968 XI	1976 V	110.6	11.67	4.08	7.58
21	1976 VI	1979 XII	1986 VIII	164.5	10.25	3.50	6.75
22	1986 IX	1989 VII	1996 IV	158.1	9.75	2.92	6.83
23	1996 V	2000 IV	2007 II	120.7	10.6	3.83	6.8

W* – сглаженное за 13 месяцев относительное число солнечных пятен. Жирным шрифтом выделены статистически значимые циклы солнечной активности. Курсивом – прогнозируемые значения.

ПРОХОЖДЕНИЯ ВЕНЕРЫ ПО ДИСКУ СОЛНЦА

В.В. Михальчук

Венера – вторая по расстоянию от Солнца и ближайшая к Земле планета. Ее орбита расположена внутри орбиты Земли, поэтому Венера, как и Меркурий, является внутренней планетой. Если бы плоскость орбиты Венеры совпадала с плоскостью орбиты Земли (плоскостью эклиптики), то в каждом нижнем соединении с Солнцем, повторяющемся через 584 суток, она бы проектировалась для земного наблюдателя на солнечный диск, вызывая явление, аналогичное затмению Солнца. Поскольку видимый диаметр Венеры во много раз меньше видимого диаметра солнечного диска, то это явление называют прохождением Венеры по диску Солнца.

В связи с тем, что орбита Венеры наклонена к плоскости эклиптики на угол 3.4° , то ее прохождение по диску Солнца наблюдается довольно редко, так как в большинстве нижних соединений планета проходит севернее или южнее солнечного диска. Прохождение Венеры по диску Солнца имеет место лишь в том случае, когда ее нижнее соединение с Солнцем происходит вблизи одного из узлов орбиты этой планеты. Поэтому прохождения Венеры возможны только при тех нижних соединениях, которые бывают в декабре (вблизи восходящего узла) и в июне (вблизи нисходящего узла).

Во время прохождения Венера выглядит в телескоп (обязательно с темным светофильтром) в виде темного кружка, пересекающего яркий солнечный диск в западном направлении. При вхождении Венеры на диск Солнца сначала происходит внешнее касание дисков (первый контакт). После первого контакта на диск Солнца проектируется только часть диска планеты. Затем происходит внутреннее касание дисков (второй контакт). С этого момента видимый диск Венеры полностью виден на фоне солнечного диска. Выход Венеры с диска Солнца наблюдается в обратном порядке: сначала происходит внутреннее касание дисков (третий контакт), а затем внешнее касание дисков (четвертый контакт).

Прохождение Венеры по диску Солнца будет наблюдаться на Земле, если хотя бы для одной точки земной поверхности видимое угловое расстояние между центрами видимых дисков Солнца и планеты окажется не больше суммы их радиусов.

Орбита Венеры имеет малый эксцентриситет ($e=0.007$), поэтому условия прохождений для обоих узлов незначительно отличаются друг от друга. В восходящем узле (при декабрьских прохождениях) видимый диаметр диска Венеры составляет около $64''$, максимальная продолжительность центрального прохождения – около 8.6 часов. В нисходящем узле (при июньских прохождениях) видимый диаметр диска планеты составляет около $58''$, максимальная продолжительность центрального прохождения – около 8.1 часов. Поскольку прохождения Венеры происходят не точно в узлах ее орбиты, а лишь вблизи узлов, то они не являются центральными. Поэтому Венера обычно пересекает солнечный диск не по диаметру, а по хорде, и продолжительность ее прохождения меньше указанных значений.

Благодаря сравнительно большим угловым размерам видимого диска Венеры, люди с очень высокой остротой зрения могут видеть планету во время прохождения даже невооруженным глазом в виде черной точки.

Прохождение Венеры по диску Солнца – самое редкое астрономическое явление, видеть которое не приходилось еще никому из ныне живущих людей. Если сравнить периоды обращения Венеры и Земли вокруг Солнца, то можно установить, что прохождения в каждом из узлов повторяются через 8 и 235 лет. Полный цикл чередования прохождений Венеры в каждом из узлов составляет 243 года.

Если рассмотреть все прохождения в обоих узлах орбиты, то получается чередование в такой последовательности: 8, 121.5, 8, 105.5 лет.

Последнее прохождение Венеры в восходящем узле ее орбиты наблюдалось 6 декабря 1882 года, следующее произойдет 11 декабря 2117 года. Ближайшее прохождение в нисходящем узле произойдет 8 июня 2004 года, предыдущее было 3 июня 1769 года. Таким образом, в XX веке не произошло ни одного прохождения Венеры по диску Солнца.

Следует также отметить, что в данной точке земной поверхности далеко не каждое прохождение может наблюдаться, поскольку оно должно происходить в то время, когда Солнце, – а вместе с ним и Венера, – находятся над горизонтом.

На рисунках 1 и 2 показан видимый путь Венеры относительно солнечного диска при ее прохождениях в восходящем и нисходящем узлах орбиты соответственно с 1761 по 2125 годы (изменение угла наклона видимого пути связано с прецессией за каждые 243 года).

Впервые прохождение Венеры по диску Солнца наблюдалось 4 декабря 1639 года молодым английским священником, астрономом-любителем Иеремией Хорроксом, кото-

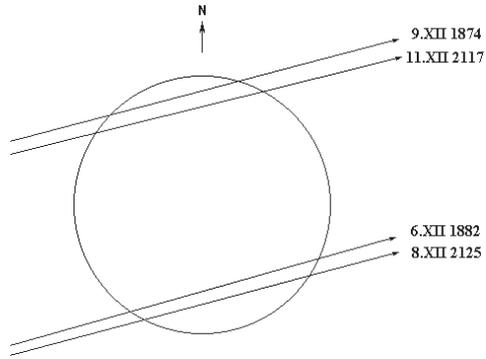


Рис. 1. Видимый путь Венеры во время прохождения в восходящем узле орбиты

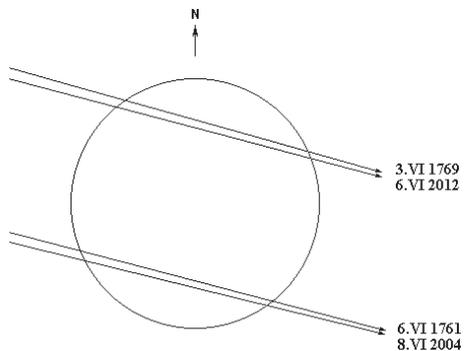


Рис. 2. Видимый путь Венеры во время прохождения в нисходящем узле орбиты

рый его предвычислил на основе трудов великого немецкого астронома Иоганна Кеплера. Кеплер предсказал предыдущее прохождение Венеры, которое происходило в 1631 году, но пронаблюдать это явление никому тогда не удалось, поскольку оно не было видимо в Европе. Из своих наблюдений Хоррокс впервые определил приближенное значение параллакса Солнца – около 14".

В 1691 году английский астроном Эдмунд Галлей разработал методику определения солнечного параллакса по наблюдениям прохождений Венеры по диску Солнца из разных пунктов земной поверхности. На каждой наблюдательной станции измерялись интервалы времени между внешними и внутренними контактами. По разнице в продолжительности прохождения на двух станциях можно определить разность направлений на планету и таким образом вычислить расстояния и до Венеры, и до Солнца. Благодаря этой методике, примененной при обработке результатов наблюдений прохождений Венеры 1761 и 1769 годов, проведенных многими экспедициями ученых в различных местах Земли, было получено более точное значение параллакса Солнца – около 9".

Наблюдения прохождения Венеры по диску Солнца 26 мая (6 июня по новому стилю) 1761 года в России были организованы Петербургской Академией наук под руководством великого русского ученого Михаила Васильевича Ломоносова. Одна экспедиция была отправлена для наблюдения в Иркутск, другая – в Селенгинск, а сам М.В. Ломоносов проводил наблюдение в телескоп из окна своего дома в Петербурге. В результате этого наблюдения М.В.Ломоносовым было сделано открытие атмосферы Венеры, которое он описал в статье “Явление Венеры на Солнце, наблюденное в Санкт-Петербургской императорской Академии наук мая 26 дня 1761 года”.

Следя за вхождением Венеры на диск Солнца, он заметил помутнение края солнечного диска при первом контакте. Когда черный диск Венеры частично вступил на диск Солнца, то вокруг части диска планеты, находившейся еще на фоне неба, вспыхнул тонкий световой ободок, по яркости близкий к яркости солнечного диска. Этот ободок Ломоносов назвал “тонкое как волос сияние”. Точно такой же световой ободок наблюдался и при выходе Венеры с диска Солнца, в результате чего “появился на краю Солнца пупырь, который тем явственнее учинился, чем ближе Венера к выступлению приходила”.

Появление этого ободка впоследствии было названо явлением Ломоносова. Оно вызвано рефракцией света в атмосфере планеты. Ломоносов дал правильное объяснение этому явлению, написав: “Сие ничто иное показывает, как преломление лучей солнечных в Венериной атмосфере”, и пояснил эту мысль чертежом, на котором был представлен ход преломленных лучей. На основании этого Ломоносов сделал следующий вывод: “По сим примечаниям господин советник Ломоносов рассуждает, что планета Венера окружена знатною воздушною атмосферою, таковою (лишь бы не большею), какова обливается около нашего шара земного”.

Прохождения Венеры по диску Солнца 1874 и 1882 годов наблюдались очень широко. Старые методы наблюдений были дополнены фото-

графическими и прямыми микрометрическими измерениями положений Венеры во время прохождения. В результате обработки этих наблюдений в 1896 году на международной конференции в Париже, которая ввела единую систему астрономических постоянных, для параллакса Солнца было принято значение 8."80.

В наблюдении прохождения Венеры по диску Солнца 1874 года принимал участие астроном-наблюдатель Астрономической обсерватории Императорского Новороссийского университета в Одессе Е.Э. Блок, командированный в Керчь, где условия для наблюдений были лучше, чем в Одессе. Это была первая научная экспедиция одесских астрономов и она прошла успешно.

В настоящее время для определения расстояния от Земли до Солнца используются точные радиолокационные методы. Согласно решению Международного астрономического союза, принятому в 1976 году, для параллакса Солнца принято значение 8."794148. Наблюдения предстоящих прохождений Венеры по диску Солнца 2004 и 2012 годов позволят подтвердить, а возможно и уточнить ныне известное значение солнечного параллакса.

Наблюдения прохождений Венеры по диску Солнца могут использоваться также для уточнения теории движения планеты и для определения географической долготы места наблюдения. Однако следует отметить, что определение географической долготы места наблюдения из наблюдений прохождений Венеры по диску Солнца возможно лишь эпизодически и в настоящее время практического значения не имеет.

Наблюдения прохождений Венеры по диску Солнца для уточнения теории движения планеты позволяют определить некоторые элементы орбиты Венеры, их вековые изменения и массы возмущающих планет.

Любителям астрономии рекомендуется обязательно пронаблюдать предстоящее прохождение Венеры по диску Солнца 8 июня 2004 года. Все фазы этого явления будут видны на территории Украины. **Наблюдать прохождение Венеры по диску Солнца следует в бинокль, зрительную трубу или телескоп только сквозь плотный темный светофильтр или на солнечном экране, чтобы не повредить глаза ярким солнечным светом.**

ПРОГУЛКА ПО ЗВЕЗДНОМУ НЕБУ

Созвездия зимнего неба

В.А.Позигун

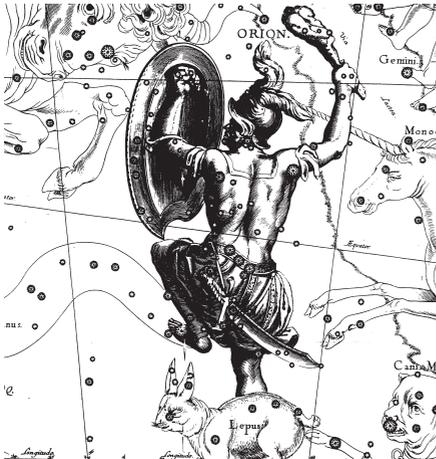
Редакцией Одесского астрономического календаря было решено продолжить рубрику “Прогулки по звездному небу”, несмотря на неожиданную смерть профессора Н.С.Комарова, готовившего эти публикации. Это наша дань его светлой памяти.

Прежде, чем продолжить описание звезд и созвездий, надо отметить, что смена дня и ночи обусловлена суточным движением Солнца на небесном своде, вызванного вращением Земли вокруг своей оси. Орбитальное движение Земли приводит к тому, что Солнце изо дня в день перемещается на фоне звездного неба, проходя приблизительно один градус в сутки с запада на восток и в этом убедиться достаточно просто.

Если посмотреть на западную часть неба вечером после захода Солнца и заметить, какие звезды, или созвездия, видны около горизонта, а затем через месяц опять вечером взглянуть в том же направлении, то Вы уже не увидите этих звезд и созвездий – они зашли за горизонт. Поэтому вид звездного неба изменяется как от времени наблюдений, так и от времени года. Таким образом, деление звездного неба на зимние, весенние, летние и осенние весьма условно. Мы же будем выходить на прогулку по звездному небу примерно в 10-11 часов вечера, когда звезды хорошо видны, особенно зимой, в морозную и ясную ночь.

ОРИОН (Orion – Ori). Если Вы выйдете в середине зимы и посмотрите на небо в южном направлении, то увидите одно из красивейших и заметных созвездий зимнего неба. Конфигурация из семи ярких звезд сразу бросается в глаза. И ее, как и конфигурацию звезд созвездия Большой Медведицы, трудно не заметить – это созвездие Ориона.

Самая яркая звезда созвездия – Ригель (β Ориона). Цвет ее голубовато-белый и температура на поверхности звезды около $13\ 000^\circ$. Эта звезда излучает свет, примерно, в десятки тысяч раз интенсивнее, чем Солнце, так как она сверхгигант и по диаметру в 40 раз больше нашего Солнца. Ригель – тройная звезда. Даже в небольшой телескоп на расстоянии $9''$ от нее можно увидеть белую звездочку 7^m . Из спектральных наблюдений следует, что спутник Ригеля в свою очередь является тесной парой



звезд, обращающихся вокруг центра тяжести за 10 дней. Ригель и его спутники находятся от нас на расстоянии почти 600 световых лет.

Но гораздо больше Ригеля другая звезда созвездия Ориона – Бетельгейзе (α Ориона). Она по своим размерам относится к самым крупным из известных нам звезд. Бетельгейзе по диаметру в 450 раз больше Солнца, а масса всего лишь в 35 раз больше массы Солнца. Это значит, что Бетельгейзе – громадный шар с ничтожной плотностью вещества, который в десятки тысяч раз меньше плотности воздуха на поверхности Земли. Бетельгейзе – полуправильная переменная звезда. В ее кривой изменения блеска можно отметить два периода в 180 и 2070 дней.

Под поясом Ориона в районе звезд θ и ι Ориона расположено видимое даже невооруженным глазом маленькое туманное пятнышко. Это знаменитая туманность Ориона (M42). Диаметр этой туманности – смеси газовой и пылевой материи – составляет 5 пк, а расстояние до нее 350 пк. Любопытно, что туманность Ориона впервые увидел в 1618 году астроном Цизатус, да и то случайно при наблюдениях яркой кометы.

Созвездие Ориона содержит еще много интересных для астрономов объектов. Оно напоминает бурлящий “небесный котел”, в котором и в настоящее время рождаются новые звезды.

Созвездие Ориона хорошо видно из многих мест земного шара. Поэтому неудивительно, что известно более 20-ти названий созвездия Орион или его пояса. Вот некоторые из названий пояса Ориона: Коромысло, Грабли (на Руси), Три Архара (у казахов), Три Коня (у хакасов), Три Сестры (у белорусов), Три Плуга (у немцев) и так далее. В астрономии Древнего Вавилона это созвездие называлось “Великан”. В греческой мифологии Орион – это великан-охотник из Беотии (территория в Средней Греции). Он был не только удачливым охотником, но и красивым мужчиной. Орион убивал диких зверей для царя города Хиоса – Энопиды, за что тот обещал ему в жены свою дочь Меропу. Обманутый Энопидом, он силой овладел Меропой, и был за это ослеплен. Гелиос (греческий бог Солнца) возвратил Ориону зрение, и в него влюбилась богиня утренней зари Эос. Уничтожая животных, Орион навлек на себя гнев Артемиды (богиня охоты), и погиб, ужаленный посланным ею гигантским скорпионом (см. созв. Скорпион). По другим версиям мифа Орион был убит стрелой Артемиды. На небе Орион борется с быком (см. созвездие Телец) или, как говорит греческая легенда, преследует Плеяд, дочерей Атланта, которых он преследовал еще в земной жизни. Однако его самого преследует Скорпион, расположенный на небесной сфере напротив него. Когда на юго-востоке восходит созвездие Скорпиона в западной части неба Орион уже заходит.

Имена основных звезд созвездия Орион имеют собственные арабские, либо латинские названия. Так Бетельгейзе (α Ori) имеет арабское название “Рука великана”, а Ригель (β Ori) – “нога великана”, Минтака (δ Ori) – “пояс”, Альнилам (ϵ Ori) – “нитка жемчуга”, Беллатрикс (γ Ori) – латинское название “воительница”, Альхека (λ Ori) – арабское “пучок волос, завиток” и так далее. А некоторые связки звезд названы как пояс великана (β – ϵ – ζ Ori), корона великана (ω Ori) и ряд слабых звезд) и большой меч (θ – ι – ϵ Ori).

ТЕЛЕЦ (Taurus – Tau). Это созвездие известно со времен Древнего Вавилона, где оно называлось “Бык Небес”. Оно проходит через меридиан в декабре около 23 часов. Контуры этого созвездия напоминают голову с рогами плывущего быка. Телец принадлежит к числу зодиакальных созвездий, Солнце находится в нем в мае – июне.

Центральная звезда созвездия – желтовато-оранжевый Альдебаран (α Тельца). Это холодный оранжевый гигант почти в 30 раз по диаметру больше Солнца. Он находится от нас на расстоянии 21 пк. Альдебаран находится в гуще рассеянного звездного скопления – Гиад. А Гиады – самое близкое к нам рассеянное звездное скопление и находится на расстоянии 40 пк. Конфигурация Гиад на небе имеет вид буквы V. Гиады не окружены туманностью, и это говорит о старости скопления. Его возраст близок к миллиарду лет. Звезды Гиад имеют общее движение в одном направлении и удаляются от нашей солнечной системы. Через каких-то 65 миллионов лет Гиады, удалившись от нас, на небе займут площадь менее, чем полная Луна, а самые яркие звезды скопления, видимые сейчас невооруженным взглядом, станут звездочками 12^m.

Гиады, согласно греческой легенде, это семь нимф дождя, семь дочерей Атланта и сестры Плеяд (об этом скоплении звезд сказано ниже). После гибели их брата Гиаса, неосторожного охотника, попавшего в лапы льву, Гиады умерли, плача от горя, и Зевс превратил их в звезды. Легенда связана с тем, что гелиактический восход Гиад (в мае) возвещал наступление в Греции дождливого периода, а само название Гиады означает “дождливые”.

И еще один миф о Гиадах. Атлас, царь богатой страны на северном побережье Африки, жил в мире и покое пока не появился в его царстве Персей с головой Медузы. Из страха за свои богатства Атлас отказал герою в гостеприимстве, но тот с помощью головы Медузы обратил царя в Атласские горы. Из скорби о судьбе своего отца его дочери убили себя, и были взяты на небо за их любовь к отцу и стали звездами скопления Гиад.

Существует несколько других названий Гиад. В знаменитых Альфонсинских таблицах, составленных в Толедо группой иудейских и христианских ученых, собранных королем Леона и Кастилии Альфонсом X (Альфонс Мудрый) и опубликованных в 1252 году, они именуются Лампадами. Руководил работами еврейский ученый Исаак бен Саид. Эстонское народное название Гиад – Вана Сызл (старое сито). Украинское название Гиад – Чепига (чепига – рукоятка плуга).



Другое интересное и хорошо заметное скопление в созвездии Тельца – Плеяды. Люди с нормальным зрением легко различают 7 ярких звезд, но уже в бинокль видно около 30 звезд. Все скопление состоит из нескольких сотен звезд, находящихся на расстоянии 400 световых лет. Звезды Плеяд движутся из центра скопления наружу, то есть удаляются друг от друга. Это молодое скопление. Его возраст около 2.5 миллионов лет и сравним с возрастом человечества. Скопление Плеяды известно также под названием Стожары, реже Утиное гнездышко, Курица с цыплятами, эстонское название – Уус Сизл (новое сито).

Большое число различных преданий и легенд связано с Плеядами. Еще в Древнем Вавилоне это скопление звезд называлось “Звезды” и почиталось как семерка великих небесных богов. Современное название оно получило в Древней Греции. Согласно мифу морская богиня Плейона, жена Атланта (Атласа) родила семерых дочерей – Алькиону, Келено, Электру, Тайгету, Майю, Стеропу и Меропу. В астрономии закрепилось несколько иное произношение некоторых имен, Альциона (η Тау) вместо Алькиона, Целена вместо Келено, Астеропа вместо Церопа. Наименее заметна из этих звезд Меропа и миф объясняет данное обстоятельство. Дочь Плейоны Меропа в отличие от своих сестер, имена которых связаны с богами Зевсом, Посейдоном и Ареем, вышла замуж за смертного – Сизифа, знаменитого своим покаянным трудом. Вот, стыдясь своей доли, Меропа прячется от глаз людских. Согласно другому мифу Плеяды умерли от горя после смерти своего брата и сестер Гиад.

По другому мифу охотник Орион преследовал сестер Плеяд, пока они не превратились в голубей. Зевс вознес их на небо и превратил в созвездие. Однако, и там их преследует Орион, так как в суточном вращении неба Орион следует за Плеядами.

Созвездие Тельца содержит еще одну достопримечательность – знаменитую Крабовидную туманность. Это остатки сверхновой звезды, вспыхнувшей в 1054 году, в недрах которой находится один из самых удивительных пульсаров. Она находится около звезды ζ Тельца и для наблюдений представляет весьма сложную задачу. Открыта она была в 1758 году астрономом Мессье при наблюдении комет, и поэтому в каталоге Мессье она занимает первое место и ее индекс М1.

В греческой мифологии созвездие Тельца изображает быка, в которого превратился Зевс, чтобы украсть прекрасную Европу, дочь финкийского царя Агенора. Затем он переплыл с ней через море на остров Крит. Созвездие и изображает торчащую над водой часть плывущего быка. Согласно другому мифу это бык, нападающий на отважного охотника Ориона.

Основные звезды Тельца таковы. Альдебаран (α Тау) по-арабски “идущий вслед” за Плеядами (иное древнеримское имя Палилициум, связанное с праздником Палилии – в честь пастушьего божества Палеса, и латинское Окулус, либо “воловий глаз”). Эль Натх (β Тау) – по-арабски, рог, бодание, толчек рогом. Имеют имена и другие яркие звезды: γ Тельца – Первый Гидиум, δ Тельца – Второй Гидиум. Большинство других звезд созвездия, и Гиад, и Плеяд обозначены номерами.

БОЛЬШОЙ ПЕС (Canis Major – СМа). Любой охотник предпочитает охотиться с собаками. У охотника Ориона их было две – Большой Пес и Малый Пес. Самая яркая звезда созвездия Большой Пес (α Большого Пса) одновременно является самой яркой звездой неба. Ее блеск составляет -1.46^m . Кроме того, она одна из самых близких к нам звезд – седьмая в порядке удаленности. Расстояние до неё составляет 8.6 световых лет. Сириус по диаметру вдвое больше, вдвое тяжелее и вдвое горячее Солнца.

Изучая движение Сириуса, немецкий астроном и математик Ф.Бессель еще в 1844 году заметил, что звезда описывает волнообразную траекторию. Это “вихляние” Сириуса он объяснил действием невидимого спутника. И действительно, в 1862 году при испытании 18-ти дюймового телескопа оптик А.Кларк открыл слабую звезду 8.6^m – спутник Сириуса, и при наибольшем удалении (около 11") ее можно наблюдать даже в небольшие телескопы. Это был первый открытый человеком белый карлик.

На полпути между Сириусом и звездой σ^2 СМа есть яркое звездное скопление М41. Оно бедно звездами, но даже в небольшой телескоп выглядит весьма эффектно, как небольшой рой звезд, поперечником всего лишь 7.4 пк.

В астрономии Древнего Вавилона это созвездие называлось “Светило Лука” и ассоциировалось в шумеро-аккадской мифологии с луком бога Мардука, превращенным в созвездие. У Птолемея это созвездие называлось просто “Пес”, так как созвездия Малого Пса в ту пору еще не существовало. В греко-латинской мифологии это созвездие считалось псом Эригоны, дочери Икария (смотри созвездие Волопас). По другим легендам, это созвездие изображает одну из собак, сопровождавших охотника Ориона на охоте.

Гелиагический восход как самого созвездия, так и его главной звезды Сириуса, играли большую роль в жизни Древнего Египта. Момент, когда Сириус впервые появлялся на небе, тщательно определялся египетскими жрецами, так как вслед за этим событием наступал разлив Нила, а затем испепеляющий летний зной.

Разливы несли жизнь в нильскую долину. Река приносила на поля плодородный ил, что позволяло собирать большие урожаи. Но в то же время, разлив, если к нему не быть готовым, как любое стихийное бедствие, мог принести и большое горе. И Сириус (греческое Seirios – палящий, жгучий), как верный пес, предупреждал о приближении разлива Нила. Отсюда, наверное, название всего созвездия Пес. Другое имя этой звезды – Каникула (латинское Canicula – собачка). Период летнего зноя и связанный с этим отдых у древних римлян получил название “каникул”, то есть “собачьих дней”.



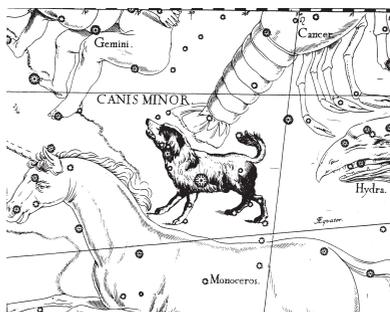
Уже в глубокой древности Сириус считался воплощением богини Сопдет (или Сопт), больше известной под именем Сотис, покровительницы разлива Нила, нового года и умерших. Древнеегипетская надпись на одном из храмов гласит: “Сотис великая блистает на небе, и Нил выходит из берегов”. Гелиактический восход Сириуса, когда он выглядел так, как будто яркая искорка растворяется в лучах Солнца, имел в Египте особое название “вепренлет” (открыватель года) и отмечался как большой праздник. Позднее Сопдет была отождествлена с Исидой (богиня плодородия, воды и ветра). И возникает прекрасная легенда о том, что слеза Исиды, оплакивающей убитого Осириса (властелина царства мертвых, бог животворящих сил природы), попадает в Нил, переполняет его и вызывает наводнение.

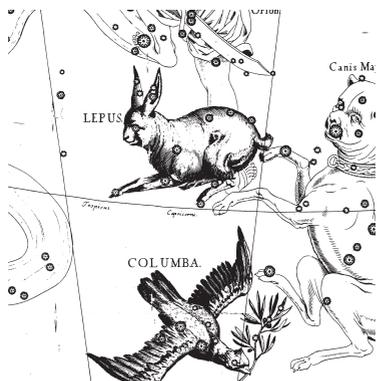
Основные звезды созвездия Большого Пса. Самая яркая звезда имеет три названия. Общепринятое имя Сириус (α СМа), что по-гречески означает “палящий”, “жгучий”, его латинское название – Каникула – “собачка”, а по-арабски – Аш-шиера аля-маниях, название горы в Йемене. β Большого Пса – это Мирзам, по-арабски “привязь”. Другие звезды также имеют названия и их можно найти в разделе календаря “Характеристики ярких звезд” на стр. ... В созвездии есть группа звезд, имеющих название “девственницы”. Это связка звезд ω - δ - ϵ - η СМа.

МАЛЫЙ ПЕС (Canis Minor – CMi). Согласно легенде, созвездие изображает одну из собак, сопровождавших Ориона на охоте. Малый Пес проходит через меридиан в 23 часа в начале февраля. Это созвездие содержит лишь две ярких звезды. Главная звезда Малого Пса (α Малого Пса) – желтоватый Процион. При блеске 0.5^m он входит в число самых ярких звезд неба. Светимость его в 5.8 раз превосходит светимость Солнца. Температура на его поверхности близка к 7000°. Расстояние до него 3.8 пк.

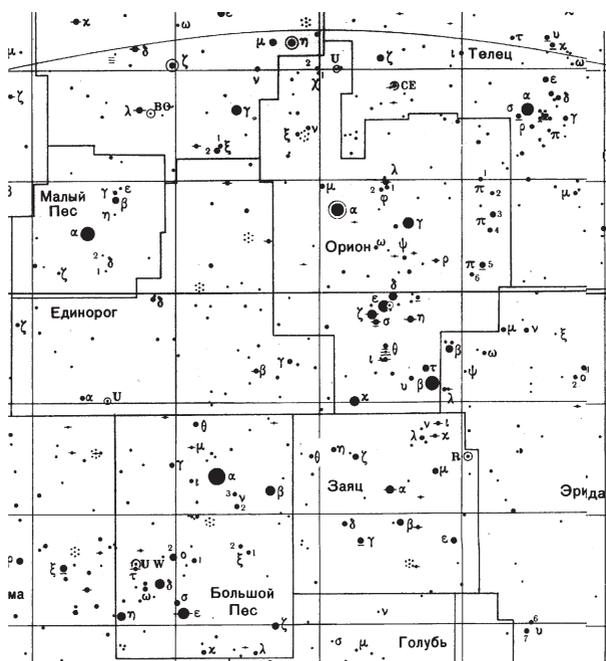
Ф.Бессель, изучая движение Проциона в 1844 году, обнаружил волнообразные отклонения в собственном движении. Он заподозрил существовании невидимого тела, возмущающего движение Проциона. Немецкий астроном А.Ауверс вычислил орбиту никем не наблюдавшегося спутника. И лишь в 1896 году астроном Дж.Шеберле на Ликской обсерватории впервые увидел небесное тело – звезду 11^m, существование которой теоретически было предсказано за полвека до этого.

Основные звезды Малого Пса. Это Процион (α CMi), по-гречески, “раньше Пса” (восходит), по-арабски, Эльгомайза, в переводе, “Сириус, проливающий слезы”. Есть также арабское название Аш-шиера аш-шамиях – название горы в Сирии. Вторая яркая звезда созвездия Малого Пса – Гомейза (β CMi). Обе эти звезды созвездия составляют цепочку с названием “львиная сморщенная передняя лапа”.





ЗАЯЦ (Lepus – Lep). Небольшое созвездие южного полушария неба. Полагают, что это один из зверей, которых подстрелил охотник Орион и которого стережет его собака – Большой Пес. Основные звезды созвездия Заяц – это Арнеб (α Lep), арабское “заяц”, Нихал (β Lep), арабское “пьющие страусы”. Звезды имеют близкий блеск 2.7^m и 3.0^m соответственно. Цепочка звезд α – β – γ – δ носят арабское название “последующий стул Гавза”.



Фрагмент карты звездного неба с созвездиями Ориона, Тельца, Большого и Малого Псов, Зайца

КАЛЕНДАРИ. ЕГИПЕТСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

М. Ю. Волянская

О важности создания удобного календаря – системы счисления длительных промежутков времени, в которой установлен порядок для отсчета дней в году и указано начало отсчета лет, говорилось в прошлгоднем выпуске “Одесского астрономического календаря” (“ОАК 2003”, стр. 6). Там же было отмечено, что основная трудность состоит в том, что три естественные единицы измерения времени – сутки, лунный месяц и солнечный год – являются величинами несоизмеримыми: лунный месяц равен 29.5306 суток, а солнечный год – 365.2422 суток. Если считать, что год равен 365 суткам, то остается неучтенной почти четверть суток – 0.2422, и за 4 года набегают почти целые сутки.

Напомним, что в григорианском календаре, которым мы в настоящее время пользуемся, эта проблема решается так: каждый четвертый год содержит 366 суток и называется високосным. Чтобы учесть разницу между 0.25 и 0.2422, решено, что вековые годы, оканчивающиеся на два нуля, являются високосными только в том случае, если они делятся на 400 (так, 2000-й год – високосный, а 1900 – простой). Такая процедура вставки дополнительных дней для учета дробной части года называется “интеркаляцией”. От нее зависит точность календарной системы.

В этом очерке мы познакомимся с календарями Древнего Египта. Говоря об истории Древнего Египта обычно имеют в виду династический период, начинающийся в конце 4-го тысячелетия до нашей эры и включающий время правления тридцати царских династий. Конечным пунктом династического периода считается завоевание Египта великим полководцем Древней Греции Александром Македонским в 332 году до нашей эры.

Египет – это оазис среди бесплодной пустыни, который тянется вдоль реки Нил до самого моря (длина Нила 6671 км). Древние называли Египет “даром Нила”. Своим плодородием и своей культурой Египет обязан наводнениям: оставленные рекой ил и влага делают почву страны одной из самых плодородных на земном шаре, а это залог успешного земледелия. Но чтобы воспользоваться этими благами, надо овладеть рекой – построить оросительные каналы, плотины, искусственные озера. Такие работы имеют успех, если производятся по плану и усилиями многих людей. Поэтому египтяне рано объединились в одно большое государство, в котором все было подчинено строгому порядку. Кроме того, надо было изучать природные условия, сопутствующие наводнениям.

У египтян, по-видимому впервые в мире, появилась некоторая сумма астрономических знаний – знаний о движении небесных тел. Этому способствовала безоблачная атмосфера долины Нила. С древности египетским астрономам были знакомы единицы счета времени, связанные с движением Солнца и Луны, – сутки и лунный месяц. Началом суток считалось утро, а часы разделялись на дневные и ночные. Изучали они движение Луны и знали тот факт, что лунный месяц – промежуток времени между двумя последовательными новолуниями – может содержать 29 или 30 дней. Они отличали звезды от планет: звезды, “которые ни-

когда не отдыхают”, от звезд, “которые никогда не двигаются”, считая планеты особой разновидностью звезд.

Среди всех “неподвижных” звезд наибольшим уважением египетских астрономов пользовалась яркая звезда Сириус. Они называли ее Сопдет, откуда произошло греческое название Сотис (многие сведения о древнем Египте ученые черпают из древнегреческих источников). Если звезда восходит одновременно с Солнцем, в первых лучах утренней зари, то говорят о ее гелиакическом восходе. Гелиакический восход звезды Сириус-Сотис в период создания египетского календаря совпадал (случайно!) с началом половодья на Ниле. Поэтому египтяне решили, что Сотис является вестником предстоящих разливов, посланным им богами. На стене одного из храмовых сооружений сохранилась надпись “...Сотис великая блистает на небе, и Нил выходит из истоков его...”.

Долгое время новый год они начинали со дня гелиакического восхода этой звезды. Наблюдая в течение многих лет моменты первого, после периода невидимости, появления Сотис, египетские астрономы (жрецы, как правило) смогли определить продолжительность года.

Свой календарь египтяне стремились привязать к сезонам года, но также учесть требования практического удобства и математической простоты. Ежегодно в середине лета, когда растают снега в верховьях Нила, происходит его разлив. Это первый сезон – половодье. После половодья наступало время сева, выращивания и сбора урожая – второй сезон. И третий сезон – засуха, отсутствие воды. Продолжительность каждого сезона в среднем 4 месяца, однако она может колебаться из-за нерегулярности разлива Нила. Так называемый “нильский год” – интервал между двумя последовательными разливами – мог меняться при жизни одного поколения от 11 до 14 лунных месяцев. А с сезонными изменениями была связана вся хозяйственная и государственная жизнь страны.

В древнем Египте существовали три календарные системы, использовавшиеся в разных случаях. Самый ранний из календарей был лунным. Его использовали на протяжении всей истории Древнего Египта как религиозный календарь, показывающий время проведения праздников (в жизни египетского общества большое значение имела религия). Из наблюдений, которые проводили особо выделенные жрецы, определялась продолжительность каждого лунного месяца (29 или 30 дней). За начало месяца принимали первый день невидимости Луны.

Лунный год состоял из трех сезонов – всего 12 или 13 месяцев. Названия месяцев в раннем лунном календаре происходили от названий религиозных праздников, отмечавшихся в эти месяцы при определенных фазах Луны. Но некоторые месяцы названы в связи с сезонными работами, которые в это время проводились (посев, сбор урожая). Таким образом, можно сделать вывод, что месяцы лунного календаря были привязаны к сезонам, а это возможно только при условии вставок-“интеркаляций”. Дополнительный 13-й месяц вставляли каждые три года, но изредка и через два года, если надо было привести начало лунного года в соответствие с сезонами. Високосный год назывался “большим годом”. Первый день лунного года совпадал с первым днем невидимости Луны, непосредственно идущим после гелиакического восхода Сотис. Значит, старый лунный

календарь был лунно-звездным – связь с сезонами солнечного года достигалась путем наблюдения звезды Сириус-Сотис.

Для деловой жизни общества ранний лунный календарь постепенно становился неудобным из-за вставного месяца (о котором оповещали жрецы, основываясь на наблюдениях) и невозможности заранее указать время в днях до какого-либо события в будущем (например, даты уплаты налогов, что способствовало коррупции среди чиновников). Поэтому была разработана и введена более удобная календарная система – так называемый схематический гражданский календарь. Когда в литературе упоминается древнеегипетский календарь, то обычно имеется в виду именно схематический. Он был построен по простой математической схеме: один год был равен 12-ти месяцам по 30 дней каждый плюс 5 дополнительных дней, называемых эпагоменами. Это были праздники в честь “рождения богов”.

Месяц состоял из 3-х недель по 10 дней каждая. Год подразделялся также на 3 сезона по 4 месяца. Длина года – 365 дней, то есть на 0.2422 дня короче солнечного года. И вот эта разница приводила к постоянному смещению начала года (первого дня первого месяца) в среднем на сутки за 4 года относительно сезонов и начала лунного года, поэтому такой год иногда называли “подвижным”.

По сути гражданский календарь не был связан с астрономией, использовалась только величина солнечного года – 365 дней. В гражданском календаре никаких интеркаляций не производилось, хотя жрецы знали, как это сделать. Но они строго придерживались традиций и были противниками всяких изменений. Предраассветное появление Сотис и начало нового года, – два главных праздника, – сначала отдалялись один от другого, а потом начинали сближаться. Полный обход по всем месяцам “геоцентрический восход Сотиса” совершал за 1460 лет.

В течение всего династического периода гражданский и лунный календари применялись параллельно. Но в конце концов расхождение между ранним лунным и гражданским календарями привело к созданию так называемого позднего лунного календаря. Хотя это расхождение можно было легко устранить введением раз в 4 года шестого дня эпагоменов, но жрецы не сочли возможным изменять гражданский календарь. Был создан новый вариант лунного календаря, привязанный к гражданскому.

Блуждающий лунный год передвигался вместе с гражданским по сезонам. Для этого в году назначался дополнительный лунный месяц раз в 2-3 года, чтобы удержать начало лунного года в пределах месяца “гот” – первого месяца гражданского календаря. Первые свидетельства о существовании такой сдвоенной календарной системы относятся к 10 – 8 векам до нашей эры. В дальнейшем, в так называемый эллинистический период, египетская астрономия оказала влияние на греческую, особенно схематический календарь и подразделение суток на 24 равные части.

Для всей жизни древнеегипетского государства характерно следующее: подчинение ее строгим правилам и традициям, почти войсковая дисциплина, первоначально благоприятные для развития общества, постепенно стали задерживать это развитие. Это относилось также и к развитию астрономической науки.

ИЗ ИСТОРИИ ЧАСОВ. МАЯТНИКОВЫЕ ЧАСЫ

М. Ю. Волянская

О механических часах и их истории мы рассказали в предыдущем выпуске Одесского Астрономического Календаря (см. ОАК за 2003 год, стр.176). Там же было сказано, что часовой механизм состоит из четырех групп деталей: движущего механизма, передаточного механизма, регулирующего или контрольного механизма, и индикаторного механизма. Все эти детали со временем усовершенствовались учеными и часовыми мастерами, но заметный прогресс в повышении точности часов произошел после применения маятника для обеспечения равномерности их хода (рис.1).

Простейший маятник знают все – если подвесить на нитке небольшой груз, отклонить его от вертикали и отпустить, он будет равномерно колебаться. Маятник находится в положении равновесия, когда груз находится

в нижнем положении, и выполняет один цикл колебаний, когда из положения равновесия он отклоняется в одну сторону, возвращается в положение равновесия, отклоняется в другую сторону и снова возвращается в положение равновесия. Максимальное удаление от положения равновесия называется амплитудой, а время, за которое маятник совершает один цикл колебаний, называется периодом. Если отклонить груз от положения равновесия и отпустить его свободно, то амплитуда его колебаний будет постепенно уменьшаться, но период колебаний останется постоянным (если начальное отклонение не было слишком большим).

Впервые идею об использовании постоянства периода колебаний маятника для контроля хода часов высказал великий итальянский физик и астроном Галилео Галилей (1564-1642), который в истории науки считается отцом экспериментальной физики. Известно, что еще в 1583 году девятнадцатилетний юноша Галилей изучал изохронизм качающихся тел, наблюдая за колебаниями люстры, подвешенной на длинном тросе под куполом церкви, и открыл законы движения маятника. Он убедился, что период колебаний постоянен и зависит от длины троса, а не от величины отклонения груза. Галилей был не только

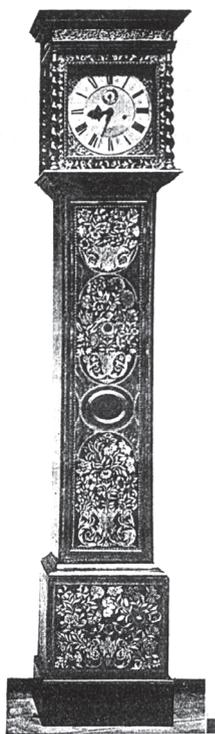


Рис. 1. Старинные маятниковые часы (Англия, XVIII век)

астрономом, но и врачом, как и великий Николай Коперник (1473-1543), в те времена профессии астронома и медика часто совмещались. Врач Галилей применял маятник для измерения пульса своих пациентов. Он запускал маятник в движение и смотрел, бьется ли пульс пациента быстрее или медленнее. Маятник должен был быть, конечно, определенной длины. У маятника длиной в 1 метр период колебаний примерно равен одной секунде.

Но использование маятника, как части контрольного механизма часов, произошло гораздо позже. Это был большой шаг вперед в улучшении устройства и точности хода часов. Как и в случае с множеством других открытий, невозможно в качестве изобретателя маятниковых часов назвать одного человека. Известны имена и Винченцо Галилея – сына Галилео Галилея, и Ричарда Гарриса, и Роберта Гука, и Христиана Гюйгенса, и еще нескольких изобретателей.

В 1641 году, уже будучи слепым, Галилео Галилей объяснял своему сыну Винченцо и математику Вивиани, как маятник может быть использован для улучшения хода часов. В 1649 году Винченцо Галилей совместно с другими учеными начал воплощать в жизнь эту идею отца, но в том же году он скончался, не доведя эксперименты до конца.

В 1641 году англичанин Ричард Гаррис сконструировал, как говорили, башенные часы с маятником для собора св. Павла в Ковент Гардене (Лондон). Но в церкви случился пожар, часы не сохранились. И уже где-то около 1800 года в одном из помещений собора на плите высечено: "Часы, установленные в башне этой церкви, были первыми в Европе часами с длинным маятником, изобретенными и сделанными Ричардом Гаррисом из Лондона в 1641 году, хотя честь этого изобретения приписывается Винченцо Галилею (1649), а также Гюйгенсу (1657)". Даже если это было так, то это был лишь единичный случай, он не был описан и за ним в дальнейшем ничего не последовало.

Роберт Гук (1635-1703) был учителем, а также физиком, биологом и математиком, к тому же гениальным изобретателем, мыслителем и писателем. Он высказывал свое мнение по поводу научных вопросов из разных областей знаний. В историю науки вошел прежде всего как автор закона упругости. Над проблемой маятника Гук работал в то же время, что и Гюйгенс. И если надо назвать в качестве изобретателя маятниковых часов одного человека, то это – великий голландский математик, физик и астроном Христиан Гюйгенс (1629-1695).

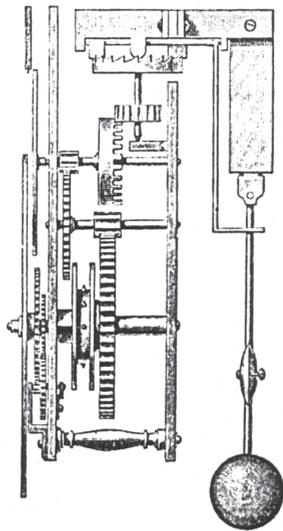


Рис. 2. Часы Гюйгенса

Этот ученый сконструировал свои первые маятниковые часы в 1657 году и представил их в действии 16 июня на заседании голландского парламента – Генеральные Штаты. В 1665 году Гюйгенс был приглашен королем Франции Людовиком XIV-м в Париж, где прожил 15 лет и стал членом созданной при его активном участии Королевской Академии Наук. К 1673 году он придал теории движения маятника законченную форму и издал в Париже научный труд под названием "Маятниковые часы, или геометрические доказательства, относящиеся к движению маятников, приспособленных к часам". В книге содержались рисунки, чертежи и описание часов (рис.2). Это было гениальное изобретение, имеющее применение до наших дней, но часы Гюйгенса были не очень точными. Другие ученые и мастера сделали различные усовершенствования маятниковых часов, а сам Гюйгенс занялся созданием небольших карманных часов, а также множеством других научных проблем. Он заложил первоосновы теории вероятности, создал волновую теорию света, исследовал фигуру Земли, основал астрономическую обсерваторию и был прекрасным наблюдателем небесных тел, усовершенствовал телескоп и сумел определить правильное положение и форму кольца Сатурна, а также открыл первый спутник этой планеты.

Занявшись небольшими карманными часами, Гюйгенс и здесь сделал очень важное изобретение. Это спирально скрученная пружина с небольшим маятниковым колесом – балансом, который, подобно маятнику, имеет постоянный период колебаний. Из-за размеров это устройство является идеальным регулятором для карманных часов. На долю баланса в современных часах выпадает ответственная работа. За сутки он совершает 432 000 колебаний ("тик-так" наручных часов соответствует 0,2 секунды), а спиральная пружина свертывается и разворачивается 216 000 раз. Таким образом, баланс заменил маятник.

Но вернемся к маятниковым часам. Прежде, чем рассматривать их устройство, отметим еще два важных изобретения, касающихся усовершенствования отдельных узлов часового механизма. Еще в 1500 году слесарь из Нюрнберга Питер Хенлайн (1480-1542) использовал в качестве движущей силы часового механизма вместо груза длинную, плотно свернутую спиралью, стальную ленту. Это изобретение было с радостью воспринято всеми часовыми мастерами, так как дало возможность делать часы меньшего размера и переносными. Движимые грузом часы не могли быть переносными. И второе изобретение – это анкерное устройство (рис. 3), которое создал Роберт Гук в



Рис. 3. Анкерный механизм и маятник

1676 году. Оно применялось в контрольном механизме вместо коронного колеса и регулятора-биянца. Если на первых часах имелась только часовая стрелка, то с увеличением точности часов появляются часы и с минутной стрелкой, а с 1760 года – и с секундной.

Рассмотрим принцип действия маятниковых часов (рис.4). От вала через систему колес приводятся в движение минутное и секундное колеса. Секундное колесо охватывается якорем, или анкером, состоящим из дуги с двумя скошенными выступами. Анкер скреплен с маятником. При качании маятника выступы анкера попеременно входят в прорези секундного колеса и регулируют скорость его движения. Анкер связан также с маятником с помощью штырька, который подталкивает маятник. То есть пружина или груз создают силу, движущую всю систему колес, а маятник обеспечивает равномерность их хода.

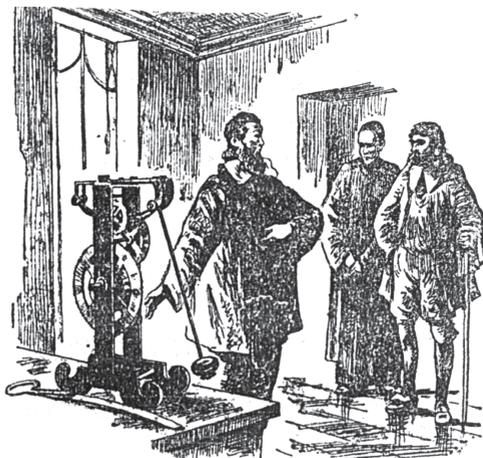


Рис. 4. Одни из первых маятниковых часов (17 век)

Применение маятника так явно увеличивало точность часов, что его сразу же начали вводить во все имеющиеся часы. Многие старинные часы были переделаны на маятниковые. К 1657 году в Европе существовали следующие типы часов: 1) большие, иногда очень сложные, приводимые в движение грузом, башенные часы; 2) большие, сложные, движимые грузом часы, которые были расположены внутри соборов и общественных зданий; 3) маленькие медные домашние часы в виде фонариков или птичьих клеток; 4) движимые пружиной настольные часы, часто очень сложные, изобретенные в Германии. И ко всем этим часам был приспособлен маятник! Из-за этого сейчас трудно быть уверенным в первоначальном виде и времени их изготовления.

Конструкторам часов много хлопот доставляла температура. Известно, что под влиянием тепла металлический стержень удлиняется, а когда температура понижается – длина стержня уменьшается. Длина маятника с металлическим стержнем, таким образом, зависит от температуры, а ведь от длины маятника зависит период его колебаний! Часы с таким маятником будут отставать в жару и спешить в холода. Поэтому часовые мастера изобрели несколько систем для компенсации температурных изменений маятника. Первое такое устройство – "ртутную компенсацию" – изобрел Джордж Грэхэм (1673-1751), который, к тому же, в 1715 году усовершенствовал анкерное устройство, изменив форму зубь-

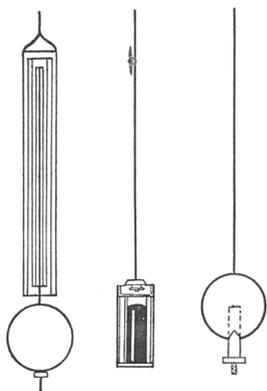


Рис. 5. Разные типы маятников с компенсацией

ев колеса и клиньев анкера. Маятник Грэхма состоял из стального прута, а сосуд с ртутью (стеклянный или металлический) использовался вместо груза-"чечевицы" маятника (рис. 5). Подбирая правильно количество ртути, можно было добиться компенсации температурных изменений стержня.

В 1726 году "решетчатый" стержень был изобретен Джоном Гаррисоном (1693 – 1776) – талантливым мастером-самоучкой. Маятник состоял из нескольких брусьев из стали и латуни, соединенных таким образом, что влияние температуры на один металл компенсируется влиянием на другой. И, наконец, с изобретением специальных сплавов (типа "инвара" – из никеля и стали), коэффициент расширения которых чрезвычайно мал, маятники стали делать из таких сплавов. Однако, даже при наличии маятника с компенсацией, точные часы следует содержать по

возможности при постоянной температуре.

С применением всех вышеописанных усовершенствований маятниковые часы стали значительно более точными, чем все предыдущие типы часов. И это позволяло с их помощью решать важные астрономические задачи по определению положений небесных тел и их движений. Во всех астрономических обсерваториях усовершенствованные маятниковые часы использовались для хранения времени. Астрономические часы обычно были с гирей, а их маятники – с компенсационным механизмом. Чтобы снизить сопротивление воздуха и защитить часы от перепадов атмосферного давления, их стали помещать в герметический кожух-баллон с пониженным давлением внутри него. А для защиты от посторонних вибраций, колебаний, сотрясений астрономические часы помещали в подвалах, на глубине нескольких метров. Во второй половине 20-го века советский инженер Ф.М.Федченко создал один из самых совершенных часовых механизмов с особым подвесом и улучшенной системой температурной компенсации. Точность хода часов Федченко достигла 0,0003 секунды в сутки, что сравнимо с точностью хода кварцевых часов. В настоящее время в астрономической службе времени маятниковые часы уступили место более совершенным кварцевым и атомным часам.

Возвращаясь к истории часов заметим, что уже в 16-17 веках в связи с развитием мореплавания возникла необходимость в переносных приборах точного времени. История изобретения морского хронометра будет темой следующего очерка.

НОВОСТИ АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКИ

(Ноябрь 2002 - октябрь 2003 года)

М.И.Рябов

Новые рекорды по обнаружению спутников у планет-гигантов

С вводом в строй крупных наземных телескопов и современной регистрирующей техники возобновился поиск небольших спутников у планет-гигантов. С начала XXI века именно таким образом пополнилось число спутников у Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна. В 2003 году астрономы объявили об открытии новых спутников Юпитера. Теперь у этой планеты 61 спутник. Открытие было сделано в начале февраля 2003 года американскими и британскими астрономами из Гавайского и Кембриджского университетов. Размер обнаруженных спутников колеблется от 2-х до 4-х км в диаметре. Шесть из них, как и большинство других спутников Юпитера, вращаются вокруг планеты в направлении, обратном направлению вращения Юпитера вокруг Солнца. Лавина открытий новых спутников у планет-гигантов ожидается с прибытием космического аппарата "Кассини" к Сатурну в июне 2004 года.

95-лет падения Тунгусского метеорита

30 июня 1908 года в 7 часов 15 минут утра в районе реки Подкаменная Тунгуска Красноярского края по небу пролетел огромный огненный шар – болид, который наблюдали многие жители Восточной Сибири. Последующий взрыв вызвал сотрясение почвы, которое ощущалось на территории свыше миллиона квадратных километров между Енисеем, Леной и Байкалом. Общая площадь поваленного леса составила 2200 км². Компьютерное моделирование всех обстоятельств взрыва показало, что угол наклона траектории падения составлял 30-40 градусов, а сам взрыв произошел в воздухе на высоте 5-10 км.

Многие геофизические станции Европы, Азии и Америки регистрировали воздушные волны от этого взрыва, кое-где зарегистрировано землетрясение. Масса Тунгусского метеорита оценена в 1 млн. тонн, а скорость движения – 30-40 км/с. И хотя энергия взрыва Тунгусского метеорита оказалась намного больше, чем Аризонского метеорита, образовавшего кратер диаметром 1.2 км, в районе его взрыва кратер до сих пор не обнаружен. Таковы факты, которые позволили Л.А.Кулику и В.Г.Фесенкову выдвинуть гипотезу о кометной природе Тунгусского метеорита. Поэтому теперь говорят о Тунгусском явлении. За прошедшие 95 лет явлений, подобных Тунгусскому, не наблюдалось.

Получена карта места падения астероида-убийцы динозавров

Космический челнок "Дискавери" в 2000 году получил трехмерное радарное изображение кратера Чиксулуб на полуострове Юкатан в Северной Америке. Предполагается, что этот кратер является следом удара астероида, уничтожившего динозавров и 70 процентов мезозойской фауны. Событие это произошло 65 миллионов лет назад. Астероид, ставший причиной изменения хода эволюции жизни на Земле, имел размер в 15 км и его падение создало кратер диаметром 180 км и глубиной 900 метров (!). Внешняя часть кратера окружена кольцом шириной в 5 км. Данные съемок составили 200 миллиардов точных измерений земной поверхности, что составило 8 терабайт информации. Обработка всего массива измерений заняла три года.

Метеоритный дождь над Чикаго

В ночь с 26 на 27 марта 2003 года над Чикаго (США) пролетел яркий болид, размеры которого оцениваются в 1-2 метра, а вес в 10 тонн. Болид взорвался и свыше 500 его обломков были рассеяны в полосе шириной в 10 км над южной окраиной Чикаго. Многие обломки врезались в дома и машины, но люди при этом не пострадали. В числе пострадавших оказались и компьютеры. Так, Колби Наварро – житель местечка Форест Парк, расположенного неподалеку от Чикаго, работал ночью за своим компьютером, когда крышу его дома пробил метеорит. Он врезался в принтер и упал на стол. Подарок "с небес" был размером в 10 сантиметров и доход программиста от его продажи полностью покроеет расходы на ремонт крыши и принтера. Поиски обломков болида, ставшими уже метеоритами, стали увлекательным и весьма доходным занятием для жителей города. По оценкам ученых в атмосфере Земли ежегодно пролетает до 40 таких небольших болидов. Однако эти явления над крупными населенными пунктами редки. Их вероятность – один раз в сто миллионов лет.

Падение метеорита в Индии

Вечером 29 сентября 2003 года на индийскую деревню Судусудия в штате Орисса упал метеорит. В результате этого события впервые в истории были жертвы среди людей – два дома сгорели дотла, 20 человек пострадали, один погиб. Метеорит, поразивший деревню, как сообщают власти, был осколком огромного болида, который промчался над южными районами страны, его наблюдали в 11 округах, а в нескольких местах были найдены довольно большие осколки небесного тела. Один из наиболее крупных, весом 5.7 кг, обнаружили жители деревни Пасчима Сунити. Свечение при пролете болида "Было таким ярким, что на несколько мгновений ночь превратилась в день", – описывает происшествие житель деревни Санатан Саху.

"Озоновая дыра" над Антарктидой

11 сентября 2003 года прибор TOMS на борту спутника "Earth Probe" зарегистрировал рекордный размер "озоновой дыры" этого года над Антарктидой, площадь которой превысила размеры такого континента, как Северная Америка. Рекорд этого года оказался несколько меньше абсолютного рекорда 10 сентября 2000 года. В настоящее время все большее число сторонников у гипотезы о природном происхождении сезонных появлений "озоновой дыры" над Антарктидой, связанных с выходом газов из разломов земной коры вблизи побережья Южной Америки. Озоновый слой Земли находится под постоянным контролем приборов, расположенными на геофизических космических и наземных обсерваториях. Наиболее успешной стала работа прибора "TOMS" на спутнике "Earth Probe", который каждый день передает на Землю полную карту состояния озонового слоя Земли.

Открытие необычных внесолнечных планет

В настоящее время известно свыше 120 планет у различных звезд нашей Галактики, которые образуют 102 внесолнечные планетные системы. Их обнаружение стало возможным благодаря измерениям изменений положения звезд под действием обращающихся вокруг них массивных планет, намного больших нашего Юпитера. Таких планетных систем оказалось достаточно много и все они непохожи на Солнечную систему, где ближе к Солнцу располагаются небольшие планеты с каменной поверхностью (Меркурий, Венера, Земля и Марс), а дальше планеты-гиганты

(Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун). Новооткрытые внесолнечные планетные системы устроены "наоборот" и непонятно, как там газовые планеты-гиганты выживают, находясь близко от горячих звезд.

Обнаружение внесолнечной планеты методом затмения

В начале февраля 2003 года астрономы из Гарвард-Смитсоновского астрофизического центра, университета в Беркли и Калифорнийского технологического института впервые обнаружили планетную систему у звезды OGLE-TR-56, которая находится от нас на расстоянии в 5000 световых лет по изменению блеска звезды при затмении ее планетой. Это открытие было подтверждено и обычным методом измерения смещения положения звезды. Масса планеты оказалась равной 0,9 массы Юпитера. Полный оборот вокруг своей звезды планета совершает за 29 часов и находится на расстоянии 3,5 млн. км от своего светила.

Обнаружение второй планеты у звезды ε Эридана

Применение новой методики, предложенной Э.Куэлин и С.Торндайком из Рочестерского университета (США), обнаружения планет по регистрации слоев в межпланетной пыли, создаваемой планетами при их движении по орбите, позволило обнаружить планету у звезды ε Эридана, находящейся от нас на расстоянии 10 световых лет. Планета, получившая название Эридан С, оказалась наименее массивной и самой удаленной от своей звезды среди всех ранее обнаруженных. Ее масса составляет не более 10% от массы Юпитера, а период обращения 280 земных лет. Раньше у этой звезды найдена планета с массой равной Юпитеру и периодом обращения в 5 лет. Данное открытие показывает большое разнообразие планетных систем в нашей Галактике.

Обнаружена планетная система, похожая на Солнечную

Британские ученые с помощью 3-х метрового англо-австралийского телескопа обнаружили планетную систему у звезды HD70642 в созвездии Кормы. Здесь открыта планетная система, у которой планета в два раза больше, чем Юпитер обращается вокруг своей звезды с периодом в 6 лет. Расстояние до этой планетной системы составляет 90 световых лет. Естественным образом возникает вопрос: "Насколько распространены планетные системы, подобные нашей?". Ответить на него удастся только с помощью мощных космических телескопов, способных "заметить" наличие планет, подобных Земле, у звезд нашей Галактики. Такая задача может быть решена в ближайшие 10-15 лет.

Открытие планеты в двойной звездной системе

Сенсацией июля 2003 года стало сообщение о том, что группа астрономов из Национального космического агентства США (НАСА) объявила об обнаружении планеты у двойной звездной системы в шаровом скоплении М4 созвездия Скорпиона. Масса планеты в 2,5 раза больше массы Юпитера и, обращается она вокруг двойной звезды на расстоянии в 3 млрд. км.(что соответствует орбите Урана). Можно сказать, что это открытие повергло в шок астрономов. Во-первых, возраст шарового скопления и, соответственно, планеты составляет 13 млрд. лет, что всего лишь на 1 миллиард лет меньше возраста Вселенной. Во-вторых, считалось, что в шаровых звездных скоплениях и тем более в двойных звездных системах планет просто не должно быть. Однако оригинальность открытия этим еще не была исчерпана. Планета оказалась в двойной звездной системе, одним из компонентов которой

является пульсар, а пульсары, как известно, образуются в результате взрыва сверхновой. О чем говорит открытие такой древней планеты? Прежде всего о том, что планеты появились во Вселенной очень давно и способны сохраняться в самых экзотических условиях (даже после взрыва сверхновой!).

"ЭДДИНГТОН" будет искать планеты, подобные Земле

Многообразие типов планетных систем может означать и многообразие возможностей для различных форм жизни. Однако, количество планетных систем, у которых может существовать жизнь, подобная земной, может оказаться не столь большим. Ведь те благоприятные условия на нашей планете, благодаря которым и существует наша цивилизация, требуют большого числа "счастливых" совпадений. На поиск "оазисов жизни" во Вселенной нацелена программа Европейского космического агентства. В 2007-2008 годах планируется запуск космического телескопа "Эддингтон" для поиска планет подобных Земле. Основное место поиска – созвездие Ящерицы, расположенное между созвездиями Лебедя и Кассиопеи, хорошо видимое в летнее время. Здесь не так много ярких звезд и легче будет обнаружить "прохождение" планеты по диску звезды. Всего в программе запланирован поиск планетных систем у 20 тысяч звезд, подобных нашему Солнцу.

Обнаружена самая удаленная "черная дыра"

Канадские и британские астрономы обнаружили самый удаленный квазар, который находится от нас на расстоянии 13 миллиардов световых лет. По мнению ученых, источником колоссальной энергии излучения квазаров являются "черные дыры" расположенные в их центре. Астрономам удалось оценить массу "черной дыры", которая оказалась равной трем миллиардам масс Солнца! На сегодняшний день предполагается существование "черных дыр" различных "весовых" категорий. Самые небольшие, с массами в несколько масс нашего Солнца, являются компонентами двойных звездных систем. Самые большие, с массами в миллиарды масс нашего светила, являются "генераторами" энергии квазаров и ядер галактик. Открытые недавно "черные дыры" с массами в сотни и тысячи масс нашего Солнца находятся в центрах звездных скоплений нашей Галактики.

Проектируется 30-метровый телескоп

Калифорнийский технологический институт (California Institute of Technology, Caltech) получил от частного фонда Gordon and Betty Moore Foundation 17,5 миллионов долларов, которые позволяют ему приступить к созданию телескопа с зеркалом диаметром 30 метров. Ученые уверены, что с его помощью они еще четче смогут увидеть очертания галактик и искать планеты за пределами солнечной системы. Уже подсчитано, передаст BBC news, что разрешающая способность 30-метрового телескопа будет в 12 раз выше, чем у летающего на околоземной орбите космического телескопа "Хаббл". 30-м телескоп должен вступить в строй к 2012 году.

Юбилей известнейшего открывателя новых астероидов

1 сентября 2003 года астрономическая общественность поздравляла с 40-летием начала работ доктора физико-математических наук Н.С.Черных. По сути Николай Степанович Черных и его сотрудница и супруга Людмила Ивановна Черных в Крымской астрофизической обсерватории являются самыми активными исследователями, обеспечивающими работу "системы астероидной безопасности" на всем пространстве стран СНГ. Кроме огромной научной значимости этой 40-летней работы есть еще одна очень

важная ее сторона – это присвоение свыше 1000 открытым в Крыму астероидам названий, посвященных деятелям науки и культуры нашей страны, фактически создание своеобразной "книги отечественной истории науки и культуры", которая будет существовать пока есть цивилизация на Земле.

Астрономы-лауреаты премии Национальной академии наук Украины

На прошедшем в мае 2003 года Общем собрании Национальной Академии наук Украины президент Академии Б.Е.Патон вручил ежегодные премии за выдающиеся достижения в развитии различных наук. Лауреатами премии по астрономии 2003 года имени академика Н.П.Барабашова стали представители одесской астрономии: В.Г.Каретников – директор обсерватории и заведующий кафедрой астрономии и доктора физико-математических наук С.М.Андриевский и И.Л.Андронов. Премия присуждена за серию работ по исследованию затменных двойных, катазмических и пульсирующих переменных звезд. Основателем одесской астрономической школы исследователей переменных звезд является член-корреспондент Академии наук Украины, профессор В.П.Цесевич, который с 1944 по 1983 год был заведующим кафедрой астрономии и директором астрономической обсерватории. Все лауреаты премии имени Н.П.Барабашова 2003 года являются учениками В.П.Цесевича и успешно продолжают начатые им исследования, обеспечивая лидирующие позиции одесской астрономической школы переменных звезд.

В феврале 2003 года была установлена связь с космическим аппаратом "Пионер-10", который был запущен в 1972 году и связь с которым поддерживается уже свыше 30 лет. В настоящее время он находится на удалении от Земли в 12,21 млрд км. Время прохождения сигнала до космического аппарата и обратно составило 22 часа 38 мин. Космический аппарат движется со скоростью 12,22 км/час в направлении звезды Альдебаран в созвездии Тельца, окрестности которой он достигнет через 2 млн.лет.

В этой своеобразной "космической гонке" на выход из нашей Солнечной системы участвуют еще три космических аппарата. Это "Пионер-11", запущенный в 1973 году (связь с ним утеряна в 1995 году), а также космические аппараты "Вояджер-1" и "Вояджер-2", начавшие свой полет в 1977 году. Все эти космические аппараты открыли нам мир планет-гигантов Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна и их удивительных спутников. Теперь они становятся нашими посланцами к другим цивилизациям Галактики. Дальше всех ушел космический аппарат "Вояджер-1" (более 13 млрд.км от Земли), на втором месте "Пионер-10" (12,2 млрд.км), на третьем "Вояджер-2" (свыше 10 млрд.км). Лидером гонки всегда будет "Вояджер-1", поскольку он движется с большей скоростью и каждый год покрывает расстояние в 3.5 а.е.

Начало "штурма" Марса в год великого противостояния

Начало "штурма" в июне 2003 года ознаменовалось запуском европейского космического аппарата "Марс-Экспресс" с космодрома Байконур. Это чисто европейский проект, разработка которого обошлась в 120 миллионов фунтов стерлингов. Нарботанные элементы его конструкции станут универсальными для применения в других космических проектах, таких как полет к Венере. Преодолев 400 млн. км, "Марс-Экспресс" достигнет Марса в конце 2003 года, а на Рождество от него отделился спускаемый аппарат "БИГЛЬ-2", который совершит мягкую посадку на его поверхность и будет изучать Марс на предмет наличия жизни – в прошлом или настоящем. "Марс-Экспресс" будет вращаться вокруг планеты

и картографировать ее поверхность, изучать состав вещества поверхности планеты и ее атмосферы, пытаться обнаружить воду.

Вслед за "Марс-Экспрессом" с космодрома на мысе Канаверал Национальное космическое агентство США (НАСА) последовательно запустило два космических корабля с марсоходами "Марс-Ровер". Первым стартовал космический корабль с роботом "Spirit" (Воодушевление), следом за ним полетел корабль с роботом по имени "Opportunity" (Удобный случай). Запланирован также полет японского корабля "Надзоми" (Надежда). То есть около Марса будут вращаться шесть космических кораблей.

Европейский марсоход "Бигль-2" изучит район моря Исидис. Один из американских марсоходов будет исследовать древний кратер Гусева, в котором, возможно, когда-то находилось озеро, а другой – плоскую равнину Меридиани, в которой может оказаться большое число горячих водных источников.

Гибель "Галилео" в атмосфере Юпитера

21 сентября 2003 года произошел запланированный вход космического аппарата "Галилео" в атмосферу Юпитера. Скорость входа составила 50 км/с. "Галилео" был запущен в 1989 году и в декабре 1995 года стал спутником Юпитера. По прибытии к планете-гиганту он сбросил в его атмосферу спускаемый аппарат. Прежде чем спускаемый аппарат был раздавлен атмосферой Юпитера, он в течение 57 минут передавал информацию о составе атмосферы Юпитера и ее характеристиках. Теперь такая же участь ждет и самого "Галилео". Основная причина завершения его полета – исчерпание запасов ракетного топлива и опасность того, что земные микроорганизмы на его борту могут попасть на поверхность спутника Европа и повлиять на возможные формы жизни на нем. Прекращение работы аппарата произошло в 21 час 57 минут 18 сек по киевскому времени, но Земля узнала об этом только в 22 часа 49 минут 36 сек, когда прекратился прием радиосигнала от станции.

Следует отметить безусловный успех миссии "Галилео" по исследованию Юпитера и его спутников. Особенно впечатляли полученные "Галилео" снимки извержения вулканов на спутнике Ио и ледяной коры спутника Европы.

Новости с межпланетных орбит

Сообщения с борта космической станции "Кассини", которая в июне 2004 года прибывает к Сатурну, были получены станцией дальней космической связи под Мадридом 6 августа 2003 г. Общее состояние систем и измерительных приборов хорошее. В начале августа был апробирован порядок вывода зонда на орбиту вокруг Сатурна. Тренировки группы управления будут продолжены и в будущем. Сообщается также о полете межпланетного зонда "Stardust", с которым было проведено три сеанса связи с аппаратом. Этот зонд готовится к сближению в январе 2004 года с кометой Wild-2.

Возвращение к Луне: запуск космического корабля "SMART-1"

В ночь с 27 на 28 сентября 2003 года с экваториального космодрома Куру во Французской Гвиане Европейское космическое агентство (ESA) осуществило запуск ракеты "Ариан" с тремя спутниками на борту. Среди них был космический корабль "SMART-1", предназначенный для исследования Луны. Одновременно аппарат предназначен для испытания ионного ракетного двигателя (тяги таких двигателей в 5-10 раз больше тяги ракет на химическом топливе), источником энергии которого будут 82 кг газа ксенона и солнечная батарея. С их помощью аппарат сможет раз-

вить скорость в 16 тысяч км/час. Испытание нового типа двигателя начнется 30 сентября и будет проводиться 18 месяцев, после чего в декабре 2004 года космический корабль направится к Луне.

"SMART-1" оснащен системой автономной космической навигации. В апреле 2005 года космический корабль выйдет на лунную полярную орбиту и займется исследованием минералогического состава поверхности, определением количества водяного льда в полярных кратерах и характером воздействия солнечной активности на поверхность Луны. Космический корабль "SMART-1" является вторым из серии недорогих, но эффективных космических аппаратов. Первым стал "Марс-Экспресс", летящий к Марсу, следующим – "РОЗЕТТА".

Космическая миссия к комете Чурюмова-Герасименко

В мае 2003 года Европейское космическое агентство (ESA) приняло решение об отправке космического аппарата "РОЗЕТТА" к короткопериодической комете Чурюмова-Герасименко, открытой нашими земляками К.И. Чурюмовым и С.И.Герасименко. Запуск ракеты "Ариан" с космическим аппаратом на борту запланирован на февраль 2004 года. Во время своей миссии "РОЗЕТТА" трижды пролетит вблизи Земли, один раз возле Марса, приблизится к астероидам 437 Родия и 21 Лютеция, а затем, в афелии орбиты кометы Чурюмова-Герасименко, от аппарата отделится посадочный модуль, который в 2014 году осуществит мягкую посадку на загадочное ядро кометы и проведет ряд научных экспериментов для изучения реликтового кометного вещества. На посадочном модуле установлены 11 научных приборов для исследования химического состава и физических свойств кометного "грунта", получения изображений поверхности ядра, исследования строения ядра с помощью радиоволн, исследования крупномасштабных структур и их эволюции, а также ряда других исследований.

С помощью Планетной камеры космического телескопа Хаббла 11 и 12 марта 2003 года в течение 21 часа было проведено фотографирование ядра кометы Чурюмова-Герасименко, когда комета находилась на расстоянии 1.53 а.е. от Земли. Полученные изображения позволили определить средний радиус ядра, равный 1.98 ± 0.02 км, и период вращения ядра вокруг оси, равный 12.3 ± 0.27 часа. Анализ данных показал, что ядро неправильной формы и имеет вид эллипсоида с осями $a=2.43$ км, $b=1.85$ км. Получены значения скоростей газо- и пылевыведения из ядра кометы. Активная поверхность кометы составляет 4-7%, а в околоядерной области комы наблюдаются три струи газа.



Объявлена причина гибели межпланетного зонда "CONTOUR"

Американский исследовательский зонд "CONTOUR" (Comet Nucleus Tour) 3 июля прошлого года отправился исследовать кометы Энке и Швасман-Вахман-3. Предполагалось, что "CONTOUR" поочередно пролетит на расстоянии 100 км от ядра каждой кометы и проведет исследования хими-

ческого состава и структуры самих ядер и окружающих их облаков газа и пыли. Однако, после вывода на орбиту (3 июля 2002 года) и включения собственного двигателя (15 июля 2002 года), для перехода на околосолнечную орбиту, связь с зондом была потеряна. На следующий день 16 августа 2002 года в некоторые наземные телескопы в том районе, где должен был находиться "CONTOUR", были замечены три отдельных объекта. Скорее всего, это были обломки зонда. Больше года созданная в NASA комиссия расследовала этот инцидент и наиболее вероятной причиной потери зонда названо разрушение его конструкции при включении двигателя. Но сбрасывать со счетов столкновение с каким-нибудь космическим объектом тоже нельзя, хоть и вероятность такого события крайне мала.

Полет первого китайского тайкунавта

15 октября 2003 года состоялся полет первого китайского космонавта- тайкунавта (от слова "тайкун" – "космос"). Подполковник Ян Ливэй совершил 14 оборотов вокруг Земли и благополучно приземлился на территории Китая. Теперь всему миру придется привыкать к новому слову, отличающий китайских тайкунавтов от наших космонавтов и американских астронавтов. Полет тайкунавта Ян Ливэя выполнен на корабле "Шэньчжоу-5", запущенного с помощью ракетоносителя серии "Великий поход". Космический корабль "Шэньчжоу-5" состоит из двигательного отсека, спускаемой капсулы, рассчитанной на трех человек, орбитального и служебного отсеков. Длина аппарата – 8.86 м, вес – 7.79 т. Как отмечают эксперты, внешне он напоминает разработанный в СССР "Союз", однако несколько крупнее.

Человек может быть на Марсе уже через 8 лет

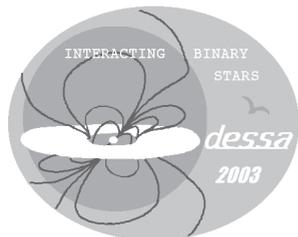
Газета "Los Angeles Times" опубликовала сообщение о подготовке проекта "Прометей". В рамках этого проекта планируется разработка, испытание и запуск ракет с ядерным двигателем, способным доставить человека к Марсу! Причем это может произойти уже через восемь лет! Объявлено о том, что вся миссия займет всего лишь два месяца, так как ракеты с ядерным двигателем способны развивать скорость в три раза большую ныне существующих. Насколько реальны такие планы? Если Программа создания ракет с ядерными двигателями с целью достижения МАРСА будет объявлена высшим приоритетом для США, то эта программа будет исторической.

Ваша подпись может быть на ядре кометы Темпеля

Имена сотен тысяч землян будут выгравированы на мини-CD, который межпланетный зонд "Deep Impact" доставит 4 июля 2005 года к ядру кометы Tempel-1. Запуск космического аппарата запланирован на декабрь 2004 года и зонд станет первым рукотворным объектом, предназначенным для исследования внутреннего строения кометы. При приближении к комете от "Deep Impact" будет отделен небольшой модуль из меди, который на большой скорости врежется в ядро и вызовет образование облака пыли, которую будут изучать с помощью аппаратуры зонда. Все желающие оставить свою подпись на комете могут посетить сайт космической миссии "Deep Impact" и подать заявку (<http://deerimpact.jpl.nasa.gov>). Прием заявок – до февраля 2004 года.

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИЕ ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ»

И.Л.Андронов



Кафедра астрономии и НИИ «Астрономическая обсерватория» Одесского национального университета им. И.И.Мечникова (ОНУ) организовали и провели 18-22 августа 2003 года на базе отдыха «Черноморка» международную научную конференцию «Взаимодействующие двойные звезды-2003». Конференции с таким названием ежегодно проходят в разных странах, и соответствующая секция работала во многих конференциях, организуемых одесскими астрономами с 1982 года. Однако впервые одесская конференция была полностью посвящена этой теме.

Конференция была посвящена памяти выдающегося ученого, педагога, популяризатора и организатора науки Владимира Платоновича Цесевича (1907-1983), внесшего большой вклад в астрономию, в том числе в исследование взаимодействующих двойных звезд. На пленарных заседаниях было заслушано 19 докладов участников конференции и 10 обзоров лекторов летней астрономической школы. На секционные заседания представлено 37 устных и стендовых докладов. Всего доклады, включая соавторские, представили 82 ученых Украины, России, Белоруссии, Чехии, Германии, Ирана и из других стран.

Перед открытием конференции заведующий кафедрой астрономии и директор НИИ «Астрономическая обсерватория» ОНУ В.Г.Каретников произнес речь об ушедшем из жизни 4 августа этого года ученом-астрономе, докторе физико-математических наук, профессоре Николае Сергеевиче Комарове (1938-2003), в течение 35-ти лет возглавлявшем сперва отдел астрофизики, затем созданный им отдел астроспектроскопии, а затем отдел физики звезд и галактик астрономической обсерватории ОНУ. Участники почтили минутой молчания память известного одесского ученого.

Конференцию открыл ректор ОНУ В.А.Смынтына, который рассказал о научных исследованиях в ОНУ, отметив научные направления одесских астрономов. Председатель оргкомитета конференции И.Л.Андронов посвятил свой доклад жизни и основным направлениям деятельности В.П.Цесевича – первым научным публикациям его как студента, поступившего в 15 лет в Ленинградский университет, организатора Сталинабадской обсерватории (ныне Институт астрофизики АН Таджикистана), бывшего директором Главной астрономической обсерватории АН Украины.

В тематику конференции вошли: взаимодействующие двойные звезды, природа гравимагнитных ротаторов (звезды-поляры, системы с нейтронными звездами), карликовых новых и новоподобных звезд, симбиотических и рентгеновских двойных систем; физическая переменность звезд, кратные системы и планеты у других звезд, методы наблюдений и математического моделирования, международные наблюдательные кампании, новые переменные звезды и астрономическое образование.

Научную программу конференции открыл В.Бурвиц (Германия), который рассказал о рентгеновской спектроскопии магнитных катаклизмических и маломассивных рентгеновских двойных систем. Последние наблюдения спутников «Ньютон» и «Чандра» позволили пролить свет на процессы перетекания вещества на компактные объекты со сверхсильными магнитными полями – белые карлики и нейтронные звезды.

А.В.Тутуков (Россия) представил обзор эволюции массивных тесных двойных звезд со звездами Вольфа-Райе, сверхновыми, черными дырами и гамма-барстерами, а А.М.Черепашук (Россия) и В.Г.Каретников (Украина) провели анализ распределения орбитального эксцентриситета тесных двойных звезд различных типов и рассказали об эволюционных эффектах, приводящих к уменьшению эксцентриситета.

Е.П.Павленко (Украина) рассказала об истории исследования магнитной Новой звезды V1500 Лебедя, у которой происходит синхронизация вращения и орбитального движения белого карлика, а обращенная к нему сторона красного карлика нагревается жестким рентгеновским излучением. И.Л.Андронов, С.В.Колесников, Н.М.Шаховской и соавторы из разных стран представили результаты совместных космических и наземных наблюдений прототипа класса магнитных катаклизмических систем AM Геркулеса, рассказали о природе этих экзотических систем. Н.Н.Сомов и Т.А.Сомова (Россия) с соавторами провели спектральное исследование на 6-метровом телескопе двух систем с разным уровнем влияния магнитного поля на аккрецию. Они привели свидетельства асинхронности вращения белого карлика в системе EU Большой Медведицы и изучили нестабильные процессы в затменном пояре NU Володея.

Г.С.Бисноватый-Коган (Россия) сделал обзор теорий взаимодействия конвекции и вращения звезд и аккреционных дисков, а О.А.Кузнецов (Россия) привел результаты гидродинамического моделирования развития турбулентности в аккреционных дисках. Ф.В.Сироткин (Украина) провел расчеты изменения структуры компонент двойных звезд, а В.В.Назаренко и Л.В.Глазунова (Украина) провели газодинамическое моделирование структуры оболочки и образования струй в системе β Лиры. Они же исследовали асинхронизм вращения и орбитального движения компонент в полуразделенных системах, а П.В.Кайгородов с соавторами (Россия) рассмотрели морфологию взаимодействия между потоком и холодным аккреционным диском в этих двойных системах. Е.Кильпио с соавторами (Россия) исследовали поведение газовых потоков в симбиотической системе Z Андромеды в разных режимах звездного ветра. Всплеск- и шкалограммный анализ переменности симбиотических звезд провели одесситы И.Л.Андронов и Л.Л.Чинарова.

Ян Штробл и его коллеги (Чехия) провели презентацию проекта спутника-обсерватории «Интеграл» Европейского космического Агентства и, в частности, планов рабочей группы по исследованию катаклизмических переменных звезд, в которую входят и одесские астрономы. Их второй доклад был посвящен созданию автоматизированного телескопа BART с удаленным управлением.

Д.В.Бисикало, П.Гарманец и соавторы (Россия, Чехия) обсуждали роль двойственности в феномене Ве звезд. В.Ф.Сулейманов и его коллеги из Казани и турецкой обсерватории Tubitak исследовали прецессию аккреционного диска Новой звезды V603 Орла в 2001-2002 годах. Интенсивное наблюдение этой звезды провели А.В.Бакланов и Е.П.Павленко (Украина), а

Н.Примак и Е.П.Павленко (Украина) провели многоцветную фотометрию чрезвычайно медленной Новой звезды V1548 Орла. К.А.Антонюк (Украина) привел результаты фотометрических и поляриметрических наблюдений затменной системы VW Лебедя и обнаружил изменение орбитального периода и особенности кривой блеска при затмениях. Изменение периода У Стрелы провели одесситы А.И.Пихун и И.Л.Андронов.

Р.Пажоухеш (Иран) представил результаты спектральных и фотометрических наблюдений затменной звезды NN Девы, а члены группы «Бетельгейзе» И.С.Брюханов, И.М.Сергей, А.П.Солонович, Т.В.Авилин из Белоруссии по фотографическим наблюдениям Одесской стеклотеки провели исследование 8 звезд, для 6 из которых определен фотометрический тип переменности. В.П.Кожевников, П.Е.Захарова и коллеги из Уральского университета провели исследование быстрой переменности двух звезд.

Определению физических характеристик и исследованию эффекта отражения в четырех предкатаклизмических двойных системах посвятили свои доклады В.В.Шиманский и его коллеги из Россия. Они же представили результаты поиска новых тесных двойных систем с компактными компонентами. Теоретическое моделирование распределения энергии в спектре аккреционных дисков представили одесситы А.В.Бакланов и И.Л.Андронов. Исследованию спектральной линии ионизованного кальция от облученных атмосфер спутников в двойных системах был посвящен доклад Д.В.Ивановой и соавторов (Россия), а Е.А.Карицкая (Россия) рассмотрела модели и результаты наблюдений рентгеновской двойной системы Лебедь X-I.

Ученый из Латвии И.Шмелд рассказал о сотрудничестве его коллег с коллегами из СНГ в рамках различных проектов. А самый молодой участник конференции член Малой Академии Наук одессит В.Бреус представил на суд старших товарищей новую версию компьютерной программы «Калькулятор переменных звезд», которая уже эффективно используется для обработки фотографических наблюдений Одесской стеклотеки и поиска возможных периодов в изменении характеристик различных небесных объектов.

Участники конференции выражали благодарность организаторам и пожелание проведения в будущих ежегодных одесских конференциях отдельных секций по исследованию взаимодействующих двойных звезд, и, по возможности, проведения отдельных международных конференций по этой чрезвычайно бурно развивающейся тематике.

Обширна была и культурная программа конференции с экскурсией по городу, морской прогулкой и другими мероприятиями. «Отчет в картинках» В.Бурвица (Германия) о конференции, полученный при помощи его цифрового фотоаппарата, занимает около двух лазерных дисков, а его краткая версия была представлена участникам конференции в конце одного из заседаний.

В заключение хочу поблагодарить всех членов Оргкомитета конференции за большую работу по ее организации и проведению. Научные материалы конференции планируется опубликовать на английском языке в 16 томе журнала «Odessa Astronomical Publications» и разместить их на электронном сайте: <http://oap16.pochta.ru> .

ЧЕТВЕРТАЯ ГАМОВСКАЯ ЛЕТНЯЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА 2003 ГОДА

М.И.Рябов

С 18 по 22 августа 2003 года в Одессе проходила Четвертая Гамовская летняя астрономическая школа "Астрономия на стыке наук: астрофизика, космология, астробиология" для молодых ученых, аспирантов и студентов. Как и в прошлые 2000-2002 годы она проводилась на Спортивно-оздоровительной базе Одесского национального университета имени И.И.Мечникова. Гамовская школа проводилась уже четвертый год подряд и это говорит о том, что она стала традиционной.



В прошлые, 2000-2002 годы Гамовская школа проводилась самостоятельно, но обязательно совместно с последующей ежегодной научной конференцией, проводимой в Одессе. Однако, из-за ряда возникших в 2003 году организационных проблем школы и

международная научная конференция "Взаимодействующие двойные звезды-2003" проводилась совместно. Думается, что опыт такого совмещения школы и конференции был не безуспешным. Так, совместные пленарные заседания состояли из лекций школы и обзорных докладов прибывших на школу и на конференцию ведущих ученых. Это позволяло рассматривать проблемы развития современной астрофизики как бы по-разному: со строго научной и с образовательной точек зрения.

При открытии школы и конференции участникам приветствовал ректор Одесского национального университета имени И.И.Мечникова профессор В.А.Смынгына. С приветствием к участникам обратился также директор НИИ "Астрономическая обсерватория" и заведующий кафедрой астрономии профессор В.Г.Каретников. Участники заседания минутой молчания почтили память недавно умершего профессора Н.С.Комарова, постоянного лектора школы. А началом работы школы стал доклад автора этих строк о начале творческого пути профессора Г.А.Гамова, о прошедших в Одессе международных конференций его памяти и о предстоящей Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Г.А.Гамова, которая состоится в 2004 году.

Среди лекторов Гамовской школы 2003 года в порядке их выступления были:

1. Профессор Г.С.Бисноватый-Коган (Институт космических исследований Российской Академии наук, Россия) который представил лекцию "Формирование крупномасштабной структуры в темной материи и космической геометрии" ("Formation of large scale structure in the dark matter and in the space geometry").

2. Профессор Б.С.Новосядлый (Астрономическая обсерватория Львовского национального университета, Украина): "Первый год WMAP наблюдений: крупномасштабная структура и первые источники света во Вселенной" (First year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe observations: Large scale structure and first sources of light in the Universe).

3. Профессор Р.Д.Дагкесаманский (Пушинская радиоастрономическая обсерватория АКЦ ФИАН, Россия): "Проект новых международных радиотелескопов SKA и LOFAR: современное состояние и перспективы" ("Projects of new international radio telescopes SKA and LOFAR: present-day state and prospect").

4. Профессор Н.Г.Бочкарев (Государственный астрономический институт Московского университета, Россия): "Новые данные о происхождении человека и предистории цивилизации" ("New Data on Origin of Man and Prehistory of Civilization").

5. Кандидат физико-математических наук М.И.Рябов (Одесская обсерватория Радиоастрономического института НАН Украины): "Солнце, космическая погода и астробиология" ("Sun, space weather and astrobiology").

6. Профессор М.С.Дмитриевич (Белградская астрономическая обсерватория, Сербия) "Влияние столкновений заряженных частиц на форму спектральных линий в астрофизической плазме" ("Influence of collisions with charged particles on spectral line shapes in astrophysical plasmas").

7. Профессор И.Л.Андронов (Кафедра астрономии Одесского национального университета, Украина): "Космические объекты в экстремальных условиях" ("Cosmic objects in extreme states").

Во всех лекциях представлялось современное состояние и развитие различных разделов астрофизики и других наук, в развитии которых авторы принимают непосредственное участие.

На традиционной секции школы "Современные проблемы астрофизики" прочитанные доклады представляли широкий спектр участников школы, от профессоров до аспирантов и студентов. Так, профессор Л.И.Мирошниченко (ИЗМИРАН, Россия) представил доклад "Аномальный компонент космических лучей в гелиосфере". Всего же на этой секции выступило 12 докладчиков.

На всех Гамовских школах активно работала секция, на которой представлялись постерные научные доклады, и каждый участник школы имел возможность сделать короткое сообщение. Уровень подготовки таких сообщений зачастую был довольно высоким и представлял собой настоящие презентации научных исследований участников с использованием мультимедийного проектора. Всего на постерной секции было сделано 20 коротких докладов.

Во время работы школы и конференции Международным Евразийским астрономическим обществом была проведена дискуссия "Астрономия и астрономы в современном мире" и провело свое заседание Международное бюро этого общества, которое рассматривало вопросы инициирования совместных проектов и разработку предложений к предстоящему Съезду Европейского астрономического общества в Будапеште в августе 2003 года. Во время работы школы стояла хорошая погода, и дружеские встречи и дискуссии на берегу моря создавали приятную творческую атмосферу.

В 2004 году ученый мир будет отмечать 100-летие со дня рождения Г.А.Гамова, и в августе 2004 года в Одессе будет проводиться своя работа Международная научная конференция "Астрофизика и космология после Гамова: теория и наблюдения". Пятая Гамовская молодежная астрономическая школа 2004 года станет составной частью этого представительного научного форума.

В заключение хочу поблагодарить членов Оргкомитета Четвертой Гамовской школы за большую работу по организации школы и ее проведение.

ЗАОЧНОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ШКОЛЕ - 25 ЛЕТ

И.Л. Андронов

Что делать любителям астрономии, которые не имеют возможности работать с астрономами профессионалами, находясь далеко от научных центров, иногда за пределами нашей страны и даже «дальнего зарубежья». Для них четверть века назад по инициативе выдающегося ученого, популяризатора и организатора науки, члена-корреспондента АН УССР В.П.Цесевича (1907-1983) была организована Заочная астрономическая школа (ЗАШ). Ее начальной целью было проведение консультаций по астрономии школьников и любителей, которые живут далеко, и не могут приехать проконсультироваться лично. В начале работы ЗАШ, число корреспондентов составляло несколько десятков. Однако ЗАШ стала очень популярной в Советском Союзе, и в середине 80-ых годов ежегодное число писем, превышало 3200!

Первым директором ЗАШ была Е.В.Менченкова (1956-2000), которая активно работала сама, привлекая к участию студентов и молодых сотрудников кафедры и обсерватории. Под ее руководством, было подготовлено и послано несколько сотен ответов на письма участников ЗАШ. В течение первого десятилетия существования школы, в ней также работали М.И.Мялковский, М.П.Космыкина, А.В.Ющенко, И.Л.Андронов. С 1988 года общественными директорами ЗАШ были И.Л.Андронов, Л.Л.Чинарова и Л.С.Кудашкина.

ЗАШ не является отдельной официальной организацией - это общественная работа астрономов-энтузиастовкафедры астрономии и астрономической обсерватории Одесского национального университета им. И.И.Мечникова, которая проводится в рамках пропаганды астрономических. Лишь в течение 3 лет работа частично поддерживалась Одесской станцией юных техников. Но в 1997 году полставки руководителя ЗАШ были сокращены.

А письма продолжают приходить и поэтому для участников школы составлены учебные контрольные задания, включающие в себя задачи по астрономии, математике и физике. Индивидуальные задания школьники и более старшие любители выбирают с учетом их собственных интересов - это визуальные и фотографические наблюдения переменных звезд разных типов (эруптивных, затменных, пульсирующих), солнечных пятен, Луны, планет, их спутников, комет и других небесных тел и интересных явлений.

По наблюдениям солнечных пятен возможно не только исследовать переменность солнечной активности, численной характеристикой которых являются числа Вольфа, но и определять период вращения Солнца и ориентацию его оси вращения. Одна из очень красивых работ была посвящена созданию фотографического атласа восходов Солнца - со временем меняется азимут точки восхода, меняется поле зрения фотоаппарата, а вместе с ним и времени года. Ну, а астрономическая часть задания была связана с определением широты места наблюдения.

Луна дает множество учебных заданий, связанных с ее движением, солнечными и лунными затмениями, распределением кратеров на поверхности. Можно определять моменты контактов спутников Юпитера с диском

планеты, их входа в тень и выхода из нее. Именно по отклонению таких моментов от расчетных Олаф Ремер в 1676 году обнаружил, что скорость света конечна, и сделал первую оценку ее величины. В годы появления ярких комет было сделано множество их фотографий и зарисовок.

Наблюдения переменных звезд могут представлять интерес даже для профессионалов, которые, конечно же, не в состоянии проводить постоянный мониторинг десятков тысяч зарегистрированных объектов. Любители наблюдают понравившиеся им объекты, и за столетие такой активности накоплено более десяти миллионов наблюдений около семи тысяч звезд. Активно используется и коллекция патрульных снимков неба НИИ Астрономическая обсерватория ОНУ ("Одесская стеклотека"). Ученики ЗАШ также вносят свой посильный вклад в развитие науки о звездах, посылая свои наблюдения в Украинскую ассоциацию наблюдателей переменных звезд (uavso@pochta.ru).

В последние годы возрос интерес к разработке компьютерных программ на современных языках программирования, часто написанных на высоком профессиональном уровне, и позволяющих предсказывать движение планет и комет, наступление затмений и другие космические события. Вот только некоторые темы таких программ: распределение характеристик звезд различных типов, использующих базы данных (например Общий Каталог Переменных Звезд), визуализация и предварительная обработка многоканальных наблюдений на реальных телескопах, маленький астрономический словарь/энциклопедия, модели движения плазмы в двойных звездах, модели движения самих звезд и их кривых блеска и скоростей, обработка патрульных фотографических пластинок «Службы неба» Одесской стеклотеки, поиск периодов и сглаживание переменных сигналов.

Такие индивидуальные задания, выполненные школьниками, представляются на областные конференции Малой Академии Наук (МАН), а победители имеют возможность поехать на всеукраинские конференции МАН или общества «Сузір'я», международные конференции-школы юных астрономов. Доклады на конференции обычно готовятся на компьютере, с использованием современных графических программ и офисных презентаций. Таким образом, ученики изучают не только астрономию, но также и физику, математику и информатику.

Конечно, одесские школьники имеют возможность «очного» общения с профессионалами в комплексе «Кружок - МАН - Планетарий - Дом Ученых», поэтому в ЗАШ они выполняют лишь контрольные работы. Однако в масштабах Украины подобной школы нет, поэтому неудивительно, что нынешние подвижники ЗАШ Л.С.Кудашкина и Л.Л.Чинарова возглавили и секцию заочного астрономического образования Украинского общества любителей астрономии (президент К.И.Чурумов). Секцией наблюдений переменных звезд и секцией «компьютерная астрономия» руководит И.Л.Андронов.

В мае каждого года ученики, успешно выполнившие задания, получают дипломы об окончании ЗАШ, и часто присоединяются к отряду студентов-астрономов физического факультета Одесского национального университета. Подробнее с работой Заочной астрономической школы можно ознакомиться на сайте <http://uavso.pochta.ru/zash> .

ОБЛАСТНАЯ И ГОРОДСКАЯ УЧИТЕЛЬСКИЕ КОНФЕРЕНЦИИ В ОДЕССЕ

М.И.Рябов

Более 10 лет продолжался перерыв в преподавании астрономии в школе и ее возвращение в школьную программу, как обязательного предмета, результат настойчивых усилий Украинской астрономической ассоциации, и в первую очередь ее Президента, академика НАН Украины Я.С.Яцкива. Но необходимым условием восстановления астрономии в школьной программе было написание и выпуск нового учебника по астрономии, который был написан в 2000 году профессором И.А.Климишиным и подготовлен к печати И.П.Крячко.

Однако столь длительное отсутствие астрономии в школьной программе действовало самым разрушительным образом на всю систему преподавания этого предмета. Прежде всего, мало осталось преподавателей, знающих астрономию и способных полноценно вести этот предмет, полностью отсутствует издание наглядных пособий по астрономии. Украинский парадокс заключается еще в том, что в России, где астрономия в школе не является самостоятельным предметом, а интегрирована в курс физики, издано уже пять школьных учебников по астрономии, включая обновленный и хорошо известный учебник В.В.Воронцова-Вельяминова.

Совершенно очевидно, что сегодня без непосредственного и активного участия преподавателей кафедр астрономии университетов, научных сотрудников университетских и академических астрономических обсерваторий и институтов астрономическое образование в школах в полной мере восстановить не удастся. А в Украине практически в каждом крупном областном центре есть кафедры астрономии при университетах, в стране много астрономических научных учреждений, и их преподавателям и научным сотрудникам есть что рассказать о современных достижениях астрономии преподавателям школ.

Одесский опыт показывает, что эффективным местом для популяризации астрономии могут стать университетские планетарии. Первоначально они могут не иметь самого аппарата "Планетарий". Достаточно компьютера и телевизора с большим экраном или мультимедийного проектора. Планетарий при Одесском национальном университете имени И.И.Мечникова был создан по инициативе кафедры астрономии и Одесского астрономического общества в 2000 году. На основе наработанных в Планетарии лекций следующим важным шагом стало проведение 1-й городской, а затем и 1-й областной научно-методических конференций "Современная астрономия в школьном образовании".

Организаторами конференций стали Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова (ОНУ), одесское областное Управление образования и науки, одесское городское Управление образования, Одесский Дом Ученых, кафедра астрономии физического факультета ОНУ, НИИ "Астрономическая обсерватория" ОНУ, Планетарий ОНУ, Одесское астрономическое общество, Одесская обсерватория Радиоастрономического института НАН Украины. Конференции были поддержаны Украинской астрономической ассоциацией и Евро-Азийским астрономическим обществом.

Городская конференция проводилась в Доме Ученых 21 марта 2003 года в День весеннего равноденствия, который является традиционным праздником науки, проводимым Одесским астрономическим обществом. В конференции приняло участие около 100 преподавателей астрономии школ города Одессы.

Областная конференция проходила в Большом актовом зале Одесского национального университета имени И.И.Мечникова 21 апреля 2003 года и собрала около 80 участников из различных районов области.

Участникам конференций был показан весь спектр возможностей для эффективного преподавания астрономии для классов самого различного профиля, от гуманитарных до естественно-научных. В настоящее время издается немало научно-популярных журналов, таких как "Наше небо", "Земля и Вселенная", "Звездочет". Уникальные возможности дает Интернет. Уже четвертый год подряд издается "Одесский астрономический календарь" и многочисленные данные в нем позволяют подготовить интересные уроки по астрономии. Это создаст широкие возможности для преподавания астрономии.

Ведущие преподаватели и научные сотрудники кафедры астрономии и НИИ "Астрономическая обсерватория" Одесского национального университета, Одесской обсерватории Радиоастрономического института НАН Украины прочитали участника конференции такие доклады: "Основные представления об астероидной опасности" (Н.И.Кошкин), "Химическая эволюция Вселенной" (Н.С.Комаров), "Строение и эволюция звезд" (И.Л.Андронов), "Галактическая и внегалактическая радиоастрономия: открытия XX века" (М.И.Рябов), "Прошлое, настоящее и будущее Вселенной: космологические модели" (В.П.Олейник), "О работе Планетария Одесского национального университета, современная учебная, методическая и научно-популярная литература по астрономии, демонстрационные программы" (М.И.Рябов), "Астрономические школы при кафедре астрономии" (Л.С.Кудашкина), "Секция астрономии Малой Академии наук и школьные астрономические конференции" (И.Л.Андронов).

По завершению городской учительской конференции был проведен вечер "Астрономические сезоны в Доме Ученых", посвященный Дню весеннего равноденствия и Международной неделе солнечно-земных связей. На вечере были представлены такие доклады: "Космические исследования Земли: прогнозирование природных катастроф" (О.А.Литвиненко), "Солнце и жизнь на планетах: современные представления" (М.И.Рябов). Вечер в Доме Ученых завершился выступлением Одесского камерного оркестра.

Научными сотрудниками и преподавателями кафедры астрономии Одесского национального университета подготовлен лазерный диск: "Астрономия в школе". Презентация его состоялась в сентябре 2003 года во время юбилейной конференции в Доме Ученых, посвященной 95-летию академика В.П.Глушко.

В решениях Областной и Городской конференции отмечена необходимость в преподавании астрономии в школе в течении всего учебного года с объемом, не менее 34 часов. Необходимо добиваться издания большего числа книг по астрономии, поддержано стремление редакции "Одесского астрономического календаря" сделать его хорошим пособием для преподавания астрономии. Принято обращение к руководству Одесского национального университета с предложением о подготовке учителей по специальности "физика и астрономия". Одобрена работа Планетария и рекомендовано школам сделать посещение Планетария частью учебного процесса. Высказано настоятельное желание о восстановлении общегородского Планетария в Одессе.

Все это только начало работы по приобщению школьников города и области к современным достижениям астрономии. В XXI веке готовится настоящий прорыв в освоении космического пространства и астрономия должна занять достойное место в мировоззрении современной молодежи, помогая понять, в каком мире она живет, и увидеть перспективы своего будущего.

ПАМЯТИ НИКОЛАЯ СЕРГЕЕВИЧА КОМАРОВА

В.Г. Каретников



Н.С.Комаров (1938-2003)

Умер член редколлегии и постоянный автор Одесского астрономического календаря Николай Сергеевич Комаров, видный советский и украинский астроном, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Астрономической обсерватории Одесского национального университета им. И.И.Мечникова. Это случилось 3 августа 2003 года в Одессе на 66 году его жизни и явилось следствием острой сердечной недостаточности. После своего 65-го дня рождения, а родился он 16 июня 1938 года, ему было суждено прожить всего 47 дней. С его уходом из жизни мы понесли значительную утрату.

Н.С.Комаров оставил глубокий след в астрономии СССР и Украины и особенно заметный и чувствительный – в нашей одесской астрономии. Еще будучи студентом первых курсов Одесского государственного университета имени И.И.Мечникова, он пришел в университетскую астрономическую обсерваторию и стал одним из первых и самых активных наблюдателей искусственных спутников Земли (с 1957 года). По окончании университета в 1960 году Н.С.Комаров был принят на работу в обсерваторию и 43 года отдал работе в ней, пройдя путь в науке от младшего научного сотрудника до главного научного сотрудника обсерватории.

В Одесский университет Н.С.Комаров поступил в 1955 году на вечернее математическое отделение физико-математического факультета, но вскоре решил перейти на дневное физическое отделение, где тогда существовала группа астрофизической специализации. Ему пришлось досдавать много дополнительных дисциплин, часть из которых он сдавал с первым, а затем вторым курсом, когда там учился я, и это сделало его "почетным" членом нашей студенческой группы. Думаю, что решение о переводе в "астрономы", он принял в связи с такими событиями как Великое противостояние Марса 1956 года и намечающийся запуск искусственных спутников Земли (ИСЗ).

Николай Сергеевич был истым наблюдателем. Он практически не пропускал всех наблюдений ИСЗ, делая перерыв в наблюдениях только в ночь перед очередным экзаменом. Неудивительно, что к окончанию университета он стал "чемпионом" по числу отнаблюденных прохождений ИСЗ. Параллельно с наблюдениями спутников мы с ним взяли у В.П.Цесевича, в то время директора обсерватории и заведующего кафедрой астрономии, список переменных звезд (помню, что первой была затменная двойная звезда Z Лисички) для исследования на телескопе

Штенгеля и, после длительных поисков, начали их визуальные наблюдения, – это было летом в 1958 году.

Но Н.С.Комаров хотел заниматься исследованием физики небесных тел методами спектроскопии. Узнав об этом Е.Н.Крамер, руководитель метеорных исследований обсерватории, дал ему материалы со спектрами метеоров и их изучение стало темой дипломной работы Н.С.Комарова, защищенной в 1960 году. Эта работа стала одним из первых спектральных исследований метеоров в Одессе. Однако, получив некоторый опыт, вскоре Н.С.Комаров вернулся к звездной тематике – ему поручили визуальные наблюдения переменных звезд на 19-дюймовом телескопе (он стоял на открытом постаменте вне павильона и был ньютоновской конструкции без часового ведения).

С 1960 года Н.С.Комаров, став младшим научным сотрудником с окладом в 630 рублей в месяц (стипендия аспиранта тогда составляла 680 рублей), работал и жил на загородной станции обсерватории в Маяках. В 1961 году он поступил в аспирантуру и занялся спектральными наблюдениями звезд с применением предобъективной призмы, установленной на двойном телескопе Кулич. Однако вскоре эта призма была передана другому сотруднику и Н.С.Комаров, съездив в командировку в Крымскую астрофизическую обсерваторию и получив там от И.М.Копылова отличный спектральный материал (часть материала получил сам), изменил свою аспирантскую тему.

В те времена такие самовольные действия у нас не поощрялись и Н.С.Комаров впал в немилость. Однако это не помешало ему интенсивно работать и в эти годы он одновременно сотрудничал со многими учеными обсерватории, участвовал во многих экспериментах, много публиковался и, в конце концов, сделал отличную диссертацию по спектральному изучению физики "металлических" звезд, которую успешно защитил в марте 1968 года. Для нашей обсерватории, которая в те годы в основном занималась визуальными наблюдениями и глазомерными оценками блеска переменных звезд по фотопластинкам, это было большим прорывом.

Так Н.С.Комаров стал зачинателем систематических спектральных астрономических работ в Одессе. Вскоре после защиты кандидатской диссертации он был назначен заведующим отделом астрофизики и с энергией молодости активно принялся за работу. К сожалению, его активность и желание улучшить работу отдела (в отделе было 90 % сотрудников обсерватории) встретила непонимание и даже сопротивление некоторых старых сотрудников. Я помню активные баталии на собраниях обсерватории молодежи и остальной части коллектива обсерватории. В конце концов работа самого Н.С.Комарова и его сторонников привела к значительным положительным изменениям.

В 1966 году Н.С.Комаров стал одним из зачинателей фотоэлектрической спектрофотометрии звезд в Одессе, создав вместе с В.А.Позигуном первый в СССР электроспектрофотометр для ближней инфракрасной спектроскопии звезд, которая долгое время был единственным в СССР. Фотометр начал работать и по его данным и исследованию звезд в ближней инфракрасной области спектра были получены крупные хозяйственные

заказы, зачастую по финансированию в 5-6 раз превышающие объемы бюджетного финансирования обсерватории. Параллельно, Н.С.Комаров начал новые крупные исследования физики "холодных" звезд, основной его научной тематики.

Н.С.Комаров был участником, но чаще научным руководителем многочисленных экспедиций Одесской обсерватории. По несколько раз он бывал в экспедициях на Чукотке, Камчатке, был на Сахалине, в горах Гиндукуша, Кавказа, Памира, в Мондах (южнее Иркутска). Одна из первых горных баз обсерватории, работающая и поныне в Туркмении, была создана при его активном участии. Затем были построены базы в Армении и на Северном Кавказе. Все базы использовались для выполнения и бюджетных, и хоздоговорных работ. Несмотря на слабое здоровье, а Н.С.Комаров был инвалидом с детства, он не гнушался строительными работами: рыл канавы, клал каменные стены.

При его непосредственном участии началась компьютеризация обсерватории. С большим трудом он и В.А.Позигун уговорили администрацию обсерватории приобрести первую электронно-вычислительную машину "Проминь". Однако вскоре выяснилась ее большая для того времени эффективность и были приобретены ЭВМ "Наири". Естественно, что начинатели были и первыми работниками на этих ЭВМ, учителями других пользователей. И в дальнейшей работе Н.С.Комаров уделял компьютеризации исследований большое внимание, организовав работы по созданию спектрофотометров, связанных с персональными ЭВМ, сперва отечественными, затем – фирмы IBM.

В 1970 году в обсерватории была введена новая структура и появилось 5 научных секторов. Созданная Н.С.Комаровым группа астроспектроскопии стала научным сектором, который в середине 80-х годов вырос в отдел астроспектроскопии. Следует отметить, что название отдела отражало далеко не все работы. В отделе занимались и фотометрией и астроприборостроением. В последние годы с новым изменением структуры обсерватории, реорганизованной в 3 научных отдела и две рабочие группы, Н.С.Комаров возглавил все исследования физики звезд и галактик в одноименном отделе обсерватории как заведующий отделом физики звезд и галактик.

Большую роль Н.С.Комаров сыграл в развитии теории и практики исследования физики звездных атмосфер в СССР. При его непосредственном участии была создана рабочая группа "Звездные атмосферы", в которой Н.С.Комаров все годы был заместителем председателя. Группа с 1976 года проводила ежегодные научные конференции в разных обсерваториях СССР, но большей частью в Одессе. Последняя конференция состоялась в 2002 году и описана в нашем издании календаря на 2003 год на стр.202-204. Группа работала очень эффективно и из ее рядов вышли ведущие ныне ученые астрофизики стран СНГ и Прибалтики.

Много внимания Н.С.Комаров уделял другим видам научной и просветительской работы. Он был членом советов по защитах докторских (в ГАО НАНУ, Киев) и кандидатских (в Одесском университете) диссертаций, был экспертом поступающих на защиты диссертации, много-

кратно выступал в качестве оппонента докторских и кандидатских диссертаций. Н.С.Комаров был руководителем Научного семинара обсерватории, членом редколлегии: журналов "Кинематика и физика небесных тел", "Odessa Astronomical Publications" и "Наше небо", ежегодника "Одесский астрономический календарь", сборника "Страницы истории астрономии в Одессе" и готовил пятый выпуск этого сборника.

В последние годы Николай Сергеевич много внимания стал уделять подготовке подрастающего поколения. Он был активным участником и постоянным лектором организованной в Одессе в 2000 году Летней международной молодежной астрономической школы, носящей ныне имя Г.А.Гамова, где читал обзорные лекции по химической эволюции небесных тел. В Одесском астрономическом календаре он вел один постоянный раздел и был автором нескольких очерков. Здесь он ввел рубрику "Прогулка по звездному небу", темы по которой запланировал на несколько лет вперед. С удовольствием писал во всеукраинский научно-популярный журнал "Наше небо".

Н.С.Комаров лично и в соавторстве опубликовал более 160 научных работ и был руководителем 52 законченных хоздоговорных тем. Начиная с 1960 года, его имя, как одного из авторов, стоит во всех отчетах о научно-исследовательской работе Одесской астрономической обсерватории, а в последние годы – во главе 2-х (из 5-ти) комплексных научных тем обсерватории как научного руководителя. Кандидатская (1968 год) и докторская (1990 год) диссертации Н.С.Комарова были высоко оценены, а последняя из них стала основой опубликованной им монографии "Холодные звезды-гиганты", вышедшей в свет в 2000 году в издательстве "Астропринт" в Одессе.

Под научным руководством Н.С.Комарова защищено 8 кандидатских диссертаций, в ряде других он был автором идеи и фактическим руководителем. Многие его ученики стали видными астрономами. Н.С.Комаров с удовольствием работал со студентами. Некоторое время он читал студентом IV курса астрономической специальности Одесского университета спецкурс "Астроспектроскопия". В последние годы Николай Сергеевич активно работал в Одесском Планетарии, увлеченно читая лекции широкому кругу посетителей, и школьникам, и студентам, и любителям. Видно было, что он хотел донести накопленные им обширные знания до всех, интересующимся астрономией людей.

Н.С.Комаров с детства увлекался спортом и был неплохим яхтсменом и участником многих яхтенных спортивных соревнований. Долгое время он был капитаном крейсерской яхты "Виру", на которой выполнил много спортивных походов, участвовал во всесоюзных соревнованиях на Кубок Черного моря, других парусных регатах. Иногда на яхте он попадал в сильнейшие шторма и всегда с честью выходил победителем. Жаль только, что его последнее испытание, – болезнь сердца, – он не смог перебороть и слишком уж рано покинул нас. Чувство большой утраты переполняет его коллег, товарищей и друзей и нам будет очень не хватать Николая Сергеевича Комарова.

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ УКРАИНЫ

Национальная Академия Наук:

1. Главная астрономическая обсерватория (ГАО НАНУ), 03680, Киев, ул. акад. Заболотного, 27. Директор Я.С.Яцкив. Тел: (044) 266-31-10. E-mail: yatskiv@mao.kiev.ua.
2. Крымская лазерная обсерватория Главной астрономической обсерватории, 98688, Крым, п. Кацевели, ул. Шулейкина, 19. Директор Ю.Л.Кокурны. Тел: (06554) 23-75-51. E-mail: root@clo.ylt.krimea.ua.
3. Радиоастрономический институт (РИАН), 61022, Харьков, ул. Червонопрапорна, 4. Директор Л.Н.Литвиненко. Тел: (0572) 45-10-09. E-mail: rai@ira.kharkov.ua.
4. Обсерватория “УРАН-4” Радиоастрономического института, 65011, Одесса, ул. Пушкинская, 37/420. Заведующий О.А.Литвиненко. Тел. (0482) 24-71-60. E-mail: URAN@paco.odessa.ua.
5. Полтавская гравиметрическая обсерватория Института геофизики, 36029, Полтава, ул. Мясоедова, 27/29. Директор В.Г.Булацен. Тел. (05322) 7-20-39. E-mail: geo@geo.kot.poltava.ua.

Министерство образования и науки:

1. Крымская астрофизическая обсерватория, 98409, Крым, Бахчисарайский р-н, пос. Научный. Директор Н.В.Стешенко. Тел. (06554) 7-11-61. E-mail: postmaster@crao.crimea.ua.
2. Николаевская астрономическая обсерватория, 54030, Николаев, ул. Обсерваторная, 1. Директор Г.И.Пинигин. Тел: (0512) 47-70-14. E-mail: dir@mao.nikolaev.ua.
3. Государственный межвузовский центр лазерно-локационных наблюдений, 91104, Алчевск Луганской обл., ул. Набережна, 12. Заведующий Ю.С.Денищик. Тел. (06442) 2-31-59. E-mail: relcom@orion.dipt.donetsk.ua.

Университетские обсерватории:

1. Астрономическая обсерватория Киевского университета им. Тараса Шевченко, 04053, Киев, ул. Обсерваторная, 3. Директор Б.И.Гнатык. Тел: (044) 216-26-91. E-mail: hnatyk@observ.univ.kiev.ua.
2. Астрономическая обсерватория Львовского университета им. Ивана Франко, 79005, Львов, ул. Кирилла и Мефодия, 8. Директор Б.С.Новосядлый. Тел: (0322) 72-90-88. E-mail: director@astro.lviv.ua.
3. Астрономическая обсерватория им. профессора Н.Д.Калиненко Николаевского университета, 54000, Николаев, ул. Никольская, 24. Заведующий И.М.Хейфец. Тел: (0512) 35-22-13. E-mail: gss@comcent.nikolaev.ua.
4. НИИ “Астрономическая обсерватория” при Одесском университете им. И.И.Мечникова, 65014, Одесса, парк им. Т.Г.Шевченко. Директор В.Г.Каретников. Тел (0482) 22-84-42. E-mail: astro@paco.odessa.ua.
5. НИИ астрономии Харьковского университета им. В.Н.Каразина, 61022, Харьков, ул. Сумская, 35. Директор В.А.Захожай. Тел: (057) 700-53-49. E-mail: zkh@astron.kharkov.ua.

Университетские лаборатории

1. Лаборатория астрофизики и физики атмосферы Таврического университета им. В.И.Вернадского, 97005, Симферополь, ул. Ялтинская, 2. Заведующий Э.И.Терез. Тел. (0652) 23-83-42. E-mail: terez@ccssu.crimea.ua.
2. Лаборатория космических исследований Ужгородского университета, 88000, Ужгород, ул. Далекая, 2-а, Заведующий В.П.Епишев. Тел.(03122)3-60-65. E-mail: space@univ.uzhgorod.ua.
3. Научно-учебный центр Харьковского технического университета радиоэлектроники, 61726, Харьков, пр-т Ленина, 14. Руководитель отдела астрономии Ю.И.Волошук. Tel: (057) 700-22-84. E-mail: ort@khture.kharkov.ua.
4. Лаборатория астрономии Винницкого университета им. М.М.Коцюбинского, 21100, Винница, ул. Острожского, 32. Заведующий В.И.Солоненко. Tel: (0432) 26-51-32. E-mail: Solonenko_igor@mail.ru.

Университетские кафедры:

1. Кафедра астрономии и физики космоса Киевского университета им Тараса Шевченко, Київ, ул. Владимирская, 64. Заведующий В.Н.Ивченко. Тел. (044) 266-45-07. E-mail: ivchenko_v@univ.kiev.ua.
2. Кафедра астрофизики Львовского университета им. Ивана Франко. 79005, Львов, ул. Кирилла и Мефодия, 8. Заведующий М.В.Ваврух. Тел. (0322) 72-30-41. E-mail: kaf@wups.lviv.ua
3. Кафедра высшей геодезии и астрономии университета “Львовская Политехника”, 75646, Львов, ул. Бандеры, 12. Заведующий Ф.Д.Заблоцкий. Тел: (0322) 39-88-04. E-mail: fzablots@polynet.lviv.ua.
4. Кафедра астрономии Одесского университета им. И.И.Мечникова, 65014, Одесса, парк им. Т.Г.Шевченко. Заведующий В.Г.Каретников. Тел (0482) 22-84-42. E-mail: astro@paco.odessa.ua.
5. Кафедра астрономии и методики физики Таврического университета им. В.И.Вернадского, 95007, Симферополь, ул. Ялтинская, 4. Заведующий В.М.Кувшинов. Тел. (0652) 23-02-69. E-mail: kuvshinov@ccssu.crimea.ua.
6. Кафедра астрономии Харьковского университетов им. В.Н.Каразина, 61077, Харьков, пл. Свободы, 4. Заведующий Ю.В.Александров. Тел. (0572) 45-75-37. E-mail: alex@astron.kharkov.ua .
7. Кафедра основ радиотехники Харьковского технического университета радиоэлектроники, 61726, Харьков, пр-т Ленина, 14. Заведующий В.М.Шокало. Тел. (057) 700-17-58. E-mail: ort@khture.kharkov.ua.

Астрономические общества:

1. Украинская астрономическая ассоциация (УАА), 04053, Киев, ул.Обсерваторная, 3. Президент Я.С.Яцкив. Тел: (044) 216-19-94. E-mail: uaa@observ.univ.kiev.ua.

2. Украинское общество любителей астрономии. 04053, Киев, ул. Обсерваторная, 3. Президент К.И.Чурюмов. Тел: (044) 216-19-94. E-mail: churyumov@observ.univ.kiev.ua.
3. Украинская ассоциация наблюдателей переменных звезд. Директор И.Л.Андронов. 65014, Одесса, парк Т.Г.Шевченко, кафедра астрономии ОНУ. Тел. (0482) 22-03-96. E-mail: uavso@apochta.ru.
4. Львовское астрономическое общество (ЛИАТ), 79005, Львов, ул. Кирилла и Мефодия 8. Председатель Л.Н.Янкив-Витковская. Тел. (0322) 72-90-88. E-mail: vita@astro.franko.lviv.ua.
5. Молодежное астрономическое общество (МАО), 65014, Одесса, парк им. Т.Г.Шевченко. Председатель А.А.Карновский. Тел. (0482) 69-24-30. E-mail: MaoClub@ukr.net.
6. Одесское астрономическое общество (ОАО), 65014, Одесса, парк им. Т.Г.Шевченко Председатель М.И.Рябов. Тел. (0482) 25-03-56. E-mail: root@astrsoc.odessa.ua.
7. Одесское научно-просветительское общество любителей астрономии (ОЛА), 65014, Одесса, парк им. Т.Г.Шевченко. Председатель Ю.Р.Александрович. Тел. (0482) 24-22-18. E-mail: astro@paco.odessa.ua.
8. Одесское общество любителей астрономии “Астродес”, 65014, Одесса, парк им. Т.Г.Шевченко. Председатель А.В.Ангельский. Тел. (0482) 20-12-12. E-mail: astro@paco.odessa.ua.net.
9. Симферопольское общество любителей астрономии (СОЛА). Председатель М.В.Кичижиска. 95034, Симферополь, пл. Куйбышева. Тел. (0652) 25-25-58. E-mail: kmv@ip.ua.
10. Харьковская астрономическая ассоциация (ХАА), 61022, Харьков, ул. Сумская, 35. Президент В.А.Захожай. Тел: (0572) 19-19-36. E-mail: zkh@astron.kharkov.ua.

Планетарии:

1. Винницкий планетарий, 21100, Винница, ул. Хлебная, 1, парк им. А.М.Горького. Руководитель М.Ф.Левченко. Тел: (0432) 32-65-28. E-mail: doc_irina@svitonline.com.
2. Днепропетровский планетарий, 49000, Днепропетровск, ул. Рогалева, 10. Директор М.М.Гепнер. Тел. (0562) 47-59-17. E-mail: нет.
3. Киевский планетарий, 03150, Киев, ул. Большая Васильковская, 57/3. Директор Л.Б.Рыбко. Тел/факс (044) 227-27-81. E-mail: sky@znannya.org.ua.
4. Одесский университетский “Планетарий”, 65014, Одесса, парк им. Т.Г.Шевченко. Руководитель М.И.Рябов. Тел. (0482) 25-03-56. E-mail: astro@te.net.ua.
5. Харьковский планетарии, 61003, пер. Кравцова, 15. Директор Г.В.Железняк. Тел. (057) 705-00-19. E-mail: planeta@igrocom.com.ua.
6. Херсонский планетарий, 73025, Херсон, ул Коммунаров, 14. Директор О.Ю.Храмцова. Тел. (0552) 22-39-56. E-mail: нет.



**Астрономическое
отделение**
физического факультета
Одесского национального
университета
им. И. И. Мечникова

**готовит квалифицированных специалистов в
области *АСТРОНОМИИ*.**

**Набор – 10 человек на бюджетной основе
и 15 человек на коммерческой основе,
обучение стационарное.**

***Профессорско-преподавательский состав
кафедры астрономии и других кафедр
факультета обеспечивает высокое качество
подготовки бакалавров, специалистов и
магистров. При кафедре работает аспирантура
и докторантура.***

***АСТРОНОМЫ-ВЫПУСКНИКИ ОНУ
успешно работают как в различных
астрономических учреждениях
Украины и мира, так и в других областях ин-
теллектуальной деятельности – от математики
до бизнеса.***

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Обсерватории, институты России и Украины

- Астрономия в Санкт-Петербургском ун-те – <http://www.urania.astro.spbu.ru/astro/win>
- Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория (ГАО) – <http://www.gao.spb.ru/>
- Институт прикладной астрономии (ИПА) – <http://www.ipa.rssi.ru>
- Астрокосмический центр Физического института АН (АКЦ ФИАН) – <http://www.asc.rssi.ru/>
- Пушинская радиоастрономическая обсерватория АКЦ ФИАН – <http://www.prao.psn.ru/>
- Государственный Астрономический Институт им. Штернберга МГУ – <http://www.sai.msu.ru/>
- ГАИШ МГУ – <http://www.astronet.ru>, www.sai.msu.ru
- Институт астрономии РАН – <http://www.inasan.rssi.ru/>
- Институт земного магнетизма и ионосферы РАН (ИЗМИРАН) – <http://www.izmiran.rssi.ru/>
- Институт Космических Исследований – <http://www.iki.rssi.ru/Welcome.html>
- Институт Солнечно-Земной Физики (г. Иркутск) – http://www.iszf.irk.ru/iszf_ru.html
- Специальная Астрофизическая Обсерватория (САО) – <http://www.sao.ru/>
- Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе Российской Академии Наук – <http://www.ioffe.rssi.ru/>
- Российское космическое агентство – <http://www.rka.ru/>
- Главная астрономическая обсерватория НАН Украины – <http://www.mao.kiev.ua/>
- Радиоастрономический институт НАН Украины – <http://www.ira.kharkov.ua/>
- НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория” Министерства образования и науки Украины – <http://www.crao.crimea.ua/>
- Национальное космическое агентство Украины (НКАУ) – <http://www.nkau.gov.ua>
- Одесский национальный университет им. И.Мечникова – <http://www.odnu.edu>
- Астрономическая обсерватория Одесского национального университета – <http://www.paco.odessa.ua/~astro>, <http://www.astronomy.odessa.ua>, <http://il-a.pochta.ru>
- Кафедра астрономии Киевского университета – <http://space.univ.kiev.ua>
- Астрономическая обсерватория Киевского университета – <http://observ.univ.kiev.ua>
- Астрономическая обсерватория Харьковского национального университета – <http://www.univ.kharkov.ua/astrom/>
- Николаевская астрономическая обсерватория (МАО) – <http://www.comcent.nikolaev.ua/project/mao/>
- Одесский Планетарий (Планетарий Одесского национального университета) – <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://helios.izmiran.rssi.ru/EAS/>
- American Astronomical Society – <http://blackhole.aas.org/AAS-homepage.html>

Астрономические журналы и электронные издания

- The Astronomical Journal – <http://journals.uchicago.edu/AJ/index.html>
- The Astrophysical Journal – <http://www.noao.edu/apj/apj.html>
- Astronomy & Astrophysics – www.sti.edu/astroweb/astromony.html
- Monthly Notices of the Royal Astronomical Society – <http://www.blacksci.co.uk/products/journals/mnras.htm>
- Nature – <http://www.nature.com/>
- New Astronomy – <http://www1.elsevier.nl/journals/newast/>
- Sky and Telescope – <http://skyandtelescope.com>
- The Astronomer – <http://www.demon.co.uk/astronomer>
- МАИК “Наука. Интерпериодика”: журналы Астрономический Вестник, Астрономический журнал, Письма в АЖ – <http://www.maik.ru>
- Odessa Astronomical Publication – <http://www.oap14.pochtamt.ru/oap.html>
- The Starpages – поисковая система астрономических ресурсов – <http://cdsweb.u-strasburg.fr/~heck/spages.htm>
- Астрономические препринты – <http://xxx.itep.ru/rhivce/astro-ph>, <http://xxx.arxiv.org/astro-ph>

- Астрономическая система данных (опубликованные статьи, поисковая система) – http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html, <http://cdsads.u-strasbg.fr>
- Астрокурьер (информационное издание Евро-азиатского астрономического общества) – http://helios.izmiran.rssi.ru/EAAS/rus/index_rus.html, <http://www.prao.psn.ru/russian/astro>
- Физматлит: <http://www.fizmatlit.ru>
- Японская лига наблюдателей переменных звезд (VSNET) – открытия новых переменных звезд, их экзотические состояния, обзорные статьи, база данных – www.kusastro.kyoto-u.ac.jp
- Французская ассоциация наблюдателей переменных звезд (AFOEV) – <http://cdsarc.u-strasbg.fr/afoev>
- Американская ассоциация наблюдателей переменных звезд (AAVSO) – открытия новых переменных звезд, их экзотические состояния, обзорные статьи, монографии – <http://www.aavso.org>
- Журнал “Звездочет” – <http://www.astronomy.ru/>
- Газета “Поиск” – <http://www.informatika.ru/text/magaz/newpaper/poisk/>

Каталоги, поисковые системы

- ADS – The NASA Astrophysics Data System, поиск публикаций – <http://adswww.harvard.edu>, http://cdsads.u-strasbg.fr/abstract_service.html
- The Starpages – поисковая система астрономических ресурсов – <http://cdsweb.u-strasburg.fr/~heck/spages.htm>
- Астрономические препринты – <http://xxx.itep.ru/arhive/astro-ph>, <http://xxx.arxiv.org/astro-ph>
- AstroTop of Russia – каталог и рейтинг астрономических ресурсов – <http://www.sai.msu.su/top100/index.html>
- Астрономический портал Star Lab – <http://www.starlab.ru>
- Путеводитель астронома по Интернет – <http://www.chat.ru/~samod/>
- Желтые страницы Internet – Астрономия – <http://www.leg.lg.ua/ISO-8859.5/Shadow/Up/a06.htm>

Научные фонды

- Научная инициатива в Интернет – <http://www.rsci.ru/>
- Российский фонд фундаментальных исследований РФФИ – <http://www.rfbr.ru/>
- Конкурсный центр фундаментального естествознания – <http://www.gc.spb.ru/>

Новости астрономии и космонавтики

- Picture of the Day – <http://antwpr.gsfc.nasa.gov/apod/>
- Российская астрономическая сеть Астронет – <http://astronet.ru:8081>
- Уrania – астрономический портал – <http://www.pereplet.ru/pops/>
- Космические новости – <http://pereplet.ru/cgi/space.cgi>
- Астрономическая картинка дня: – <http://antwpr.gsfc.nasa.gov/apod/archivepix.html>
- Научная сеть – <http://www.nature.ru>
- Российское агентство научных новостей “ИНФОРМНАУКА” – <http://www.informnauka.ru>
- РФФИ-Последние новости – <http://www.rfbr.ru>
- Космический Мир – <http://www.cosmoworld.ru>
- Научно-образовательный сервер по физике – <http://phys.web.ru>
- Научно-образовательный сервер по математике – <http://exponenta.ru>
- Europa – Space Home – http://europa.eu.int/comm/space/index_en.html
- Science@Nasa – <http://science.nasa.gov/default.html>
- Рассылка «Новости астрономии от профессионалов: обзоры препринтов» – <http://subscribe.ru/catalog/science.news.astrophnews>
- Рассылка «MEMBRANA: Научно-популярный интернет-журнал N1» (новости сайта) – <http://subscribe.ru/catalog/science.news.membrana>
- Новости науки и техники, Интернета и космоса, телекоммуникаций и медицины. Интервью с интересными людьми.
Вся Вселенная на ладони – http://content.mail.ru/pages/p_11645.html
Компьютерные астрономические анимации – <http://www.univ-rennes1.fr/ASTRO/anim-e.html>

Любителям

- Астрономическая школа при кафедре астрономии и НИИ Астрономическая Обсерватория Одесского национального университета – <http://astroschool.chat.ru>
- Заочная Астрономическая школа (ЗАШ) при кафедре астрономии и

НИИ Астрономическая Обсерватория Одесского национального университета – <http://uavso.pochta.ru/zash>

- Украинская ассоциация наблюдателей переменных звезд – <http://www.uavso.pochtamt.ru/>
- Украинское общество “Знание” – <http://www.znannya.org.ua>
- Юношеская астрономическая школа (ЮАШ) Санкт-Петербурга – <http://www.yaseu.da.ru/>
- Путеводитель астронома по InterNet – <http://astra.prao.psn.ru/sam/win/astro.htm>
- Популярные статьи по астрономии и другим наукам – Соросовский общеобразовательный журнал – <http://www.issep.rssi.ru>, журнал <http://www.scientific.ru/>
- Русская любительская Астрономия «М31» – <http://www.m31.spb.ru/>
- Информация любителям астрономии – http://www.issp.ac.ru/univer/astro/info_w.html
- Звездный Лис – <http://starfox.telecon.nov.ru/>
- Московский астрономический клуб – <http://www.plugin.ru/~galaxy/>
- Симферопольское общество любителей астрономии – <http://www.cris.net.ua>
- Виртуальный Музей Космонавтики – <http://www.ccas.ru/~chernov/vsm/relcom.fido.su.astronomy> – астроконференция в интернете
- Сайт, посвященный наблюдениям комет – <http://www.belcom.ru/~samoko/>
- Электронный циркуляр Украинского общества любителей астрономии – e-mail: bar06@znannya.org.ua
- Астрономические ссылки – <http://astronomy-mall.com/hotlinks/hotlinks.html>
- Астрономические пейзажи глазами художника – <http://space-art.co.uk>

Телескоп Хаббла

- HST Images by Subject (<http://oposite.stsci.edu/pubinfo/Subject.html>)
- National Space Science Data Center – (<http://nssdc.gsfc.nasa.gov>)
- Nasa Image Database (<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/image/>)

Космические миссии

- Voyager Project Home Page – <http://vraptor.jpl.nasa.gov/voyager/>
- Galileo Home Page (JPL) – <http://www.jpl.nasa.gov/galileo/>
- The Solar and Heliospheric Observatory (SOHO) – <http://sohowww.nascom.nasa.gov>
- Mars Missions News & Information – (<http://www.jpl.nasa.gov/marsnews/>)
- 25 000 изображений Марса – http://www.msss.com/moc_gallery
- Mars Pathfinder Image Explorer – <http://fly.hiway.net/~lperry>
- Полет к Сатурну космического аппарата “Кассини” – <http://saturn.jpl.nasa.gov>
- Solar System Exploration – <http://sse.jpl.nasa.gov>

Фонды, гранты, работа

INTAS – кооперация ученых – <http://www.intas.be/mainfs.htm>

- The International Celestial Reference Frame (ICRF) – <http://maia.usno.navy.mil/ICRF/>
- Наука, Инновации, Гранты – <http://www.rsci.ru>
- Поиск работы (Astronomy Job links) – <http://www.obs.aau.dk/~holland/jobs.html>
- The Astronomy Cafe – <http://www2.ari.net/home/odenwald/cafe.html>
- Jobs in Higher Education: Astronomy – <http://volvo.gslis.utexas.edu/~acadres/jobs/faculty/astro.html>
- Астрономические ссылки – <http://yorty.sonoma.edu/people/faculty/tenn/jobs.htm>

Бесплатное и условно-бесплатное программное обеспечение, включая астрономическое

- soft.list.ru, www.softodrom.ru, www.listsoft.ru, www.download.ru, www.ufa.com, www.freeware.ru, www.softbest.ru, www.winsite.com, www.simtel.net, www.zdnet.com, www.download.com, www.exponenta.ru, vingrad.ru, <ftp://elf.stuba.sk/pub>, www.sources.ru

РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО АСТРОНОМИИ

Книги:

1. Александров Ю.В. Введение в физику планет. Выс.школа, К., 1982.
2. Бабаджанов П.Б. Метеоры и их наблюдение. Наука, М., 1987.
3. Горбачкий В.Г. Введение в физику галактик и скоплений. М., 1986.
4. Ипатов И.С. Миграция небесных тел в Солнечной системе. УРСС, М., 2000.
5. Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии. УРСС, М., 2002.
6. Масевич А.Г., Тутуков А.В. Эволюция звезд: теория и наблюдения. М., 1988.
7. Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении. М., 2002.
8. Сурдин В.Г. Рождение звезд. УРСС, М., 2000.
9. Цесевич В.П. Что и как наблюдать на небе. 6-е изд., Наука, М., 1984.
10. Чертков А.Д. Солнечный ветер и внутреннее строение Солнца. М., 1985.
11. Чурюмов К.И. Кометы и их наблюдения. Наука, М., 1980.
12. Шкловский И.С. Звезды: их рождение, жизнь и смерть. Наука, М., 1984.

Учебники:

1. Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия, 11 класс. Дрофа, М., 2002.
2. Засов А.В., Кононович Э.В. Астрономия, 11 класс, Просвещение, М., 1996.
3. Климишин И.А., Крячко И.П. Астрономія, 11 клас. Знання України, К., 2002.
4. Кононович Э.В., Мороз В.И. Курс общей астрономии. УРСС, М., 2002.
5. Левитан Е.П. Астрономия для 11 кл., Москва, Просвещение, 2002.

Учебные пособия:

1. Андрианов Н.К., Марленский А.Д. Астрономические наблюдения в школе. Просвещение, М., 1987.
2. Засов А.В., Кононович Э.В. Астрономия в школе. Атлас...
3. Библиотека школьника "Астрономия", Минск, Харвест, 1998.

Журналы:

1. Звездочет. Россия, 121002, Москва, а/я 2, тел. (095) 125-50-88.
2. Земля и Вселенная. Россия, 117810, Москва, тел. (095) 238-42-32.
3. Наше небо. Україна, 252150, Київ, тел. (044) 246-62-81.
4. Пульсар. Україна, 252001, Київ, а/с 335, тел. (044) 221-31-23.

Астрономические календари и ежегодники:

1. Астрономический календарь. Изд. Космоинформ, Москва
2. Астрономический календарь. Изд. журнал "Звездочет", Москва
3. Астрономічний календар. Вид. ГАО НАНУ, Київ
4. Популярний астрономічний календар. Вид. журналу "Наше небо", Київ

В ГОСТЯХ У МУЗЫ УРАНИИ

Величественный вид звездного неба не может не затронуть поэтические струны в человеческой душе. В творениях поэтов всех времен и народов нередко можно обнаружить астрономические мотивы и образы. И пусть не всегда точна терминология, пусть описание природы астрономического события не всегда адекватно физической сути явления. Эмоциональное воздействие поэтического произведения от наличия астрономических образов только усиливается. Сами астрономы в силу своей специальности постоянно созерцают звездное небо, изучают фантастические процессы, развивающиеся в космосе, и у многих из них пробуждается поэтический дар. В “журналах наблюдений” наряду со строгими записями нередко обнаруживаются и поэтические строки.

В следующей ниже подборке наряду со стихами знаменитых поэтов приведены два стихотворения известных астрофизиков, сотрудников Одесской астрономической обсерватории, перепечатанные из сборника “Страницы истории астрономии в Одессе”, часть 2, 1995 год: шутивное стихотворение С.В.Рублева и серьезное – И.С.Шестаки.

Александр Пушкин

Редает облаков летучая гряда;
Звезда печальная, вечерняя звезда,
Твой луч осеребрил увядшие равнины,
И дремлющий залив, и черных скал вершины;
Люблю твой слабый свет в небесной вышине:
Он думы разбудил, уснувшие во мне.
Я помню твой восход, знакомое светило,
Над мирною страной, где все для сердца мило,
Где стройны тополы в долинах вознеслись,
Где дремлет нежный мирт и темный кипарис,
И сладостно шумят полуденные волны.
Там некогда в горах, сердечной думы полный,
Над морем я влачил задумчивую лень,
Когда на хижину сходила ночи тень –
И дева юная во мгле тебя искала
И именем своим подругам называла.

Аполлон Григорьев

КОМЕТА

Когда средь сонма звезд, размеренно и стройно,
Как звуков перелив, одна вослед другой,
Определенный путь свершающих спокойно,
Комета полетит неправильной чертой,
Недосозданная, вся полная раздора,
Невзнузданных стихий неистового спора,
Горя еще сама и на пути своем
Гроза иным звездам стремленьем и огнем,
Что нужды ей тогда до общего смущенья,
До разрушения гармонии?.. Она
Из лона отчего, из родника творенья
В созданья стройный круг борьбою послана,
Да совершит путем борьбы и испытанья
Цель очищения и цель самосозданья.

* * *

Над тобою мне тайная сила дана,
Это – сила звезды роковой.
Есть преданье – сама ты преданий полна –
Так послушай: бывает порой,
В небесах загорится, средь сонма светил,
Небывалое вдруг иногда,
И гореть ему ярко господь присудил –
Но падучая это звезда...
И сама ли нечистым огнем сожжена,
Или, звездному кругу чужда,
Серафимами свержена с неба она,-
Рассыпается прахом звезда;
И дано, говорят, той печальной звезде
Искушение посеять одно,
Да лукавые сны, да страданье везде,
Где рассыпаться ей суждено.

Над тобою мне тайная сила дана,
Эту силу я знаю давно:
Так уносит в безбрежное море волна
За собой из залива судно,
Так, от дерева лист оторвавши, гроза
В вихре пыли его закружит,
И, с участием следя, не увидят глаза,
Где кружится, куда он летит...
Над тобою мне тайная сила дана,
И тебя мне увлечь суждено,
И пускай ты горда, и пускай ты скрытна, -
Эту силу я понял давно.

Федор Тютчев

Как океан объемлет шар земной,
Земная жизнь кругом объята снами;
Настанет ночь – и звучными волнами
 Стихия бьет о берег свой.

То глас ее: он нудит нас и просит...
Уж в пристани волшебный ожил челн;
Прилив растет и быстро нас уносит
 В неизмеримость темных волн.

Небесный свод, горящий славой звездной,
Таинственно глядит из глубины, –
И мы плывем, пылающею бездной
 Со всех сторон окружены.

Иван Бунин

МИРА

Тебя зовут божественною, Мира,
Царицею в созвездии Кита.
 Таинственна, как талисманы Пирра,
 Твоей недолгой жизни красота.
Ты, как слеза, прозрачна и чиста,
Ты, как рубин, блестяшь среди эфира,
 Но не за блеск и дивные цвета
 Тебя зовут божественною, Мира.
Ты в сонме звезд, среди ночных огней
Нежнее всех. Не ты одна играешь,
 Как самоцвет: есть ярче и пышней.
 Но ты живешь. Ты меркнешь, умираешь –
И вновь горишь. Как феникс древних дней,
Чтоб возродиться к жизни – ты сгораешь.

Самуил Маршак

И поступь и голос у времени тише
Всех шорохов, всех голосов.
Шуршат и работают тайно, как мыши,
Колесики наших часов.
 Лукавое время играет в минутки,
 Не требуя крупных монет.
 Глядишь, – на счету его круглые сутки,
 И месяц, и семьдесят лет.
Секундная стрелка бежит что есть мочи
Путем неуклонным своим.
Так поезд несется просторами ночи,
Пока мы за шторами спим.

Николай Заболоцкий

СКВОЗЬ ВОЛШЕБНЫЙ ПРИБОР ЛЕВЕНГУКА

Сквозь волшебный прибор Левенгука
На поверхности капли воды
Обнаружила наша наука
Удивительной жизни следы.
 Государство смертей и рождений,
 Нескончаемой цепи звено, -
 В этом мире чудесных творений
 Сколь ничтожно и мелко оно!
Но для бездн, где летят метеоры,
Ни большого, ни малого нет,
И равно беспредельны просторы
Для микробов, людей и планет.
 В результате их общих усилий
 Зажигается пламя Плеяд,
 И кометы летят легкокрылей,
 И быстрее созвездья летят.
И в углу невысокой вселенной,
Под стеклом кабинетной трубы,
Тот же самый поток неизменный
Движет тайная воля судьбы.
 Там я звездное чую дыханье,
 Слышу речь органических масс
 И стремительный шум созиданья,
 Столь знакомый любому из нас.

Сергей Рублёв

Жене астронома-любителя

Не унывай, старуха, выше нос,
Не лей потоки некультурных слез,
И будь горда, что муж твой перерос
Друзей-пьянчуг, блаженствующих в баре.
Иди сюда! И мы с тобой прильнем
К моей трубе; ну а на завтра днем
Ты будешь спать и видеть сны о том,
Как дорог миру звезд твой муж, чудесный парень.
Пусть дождь, и снег, и град – я буду наблюдать,
А вдруг лишь отойду, и вот как раз тогда,
Улучивши момент, сверхновая звезда,
Набравшись сил, молниеносно вдарит.
О телескоп! Я счастлив, я титан,
Галактик бег, протуберанцев танц,
И россыпи Плеяд, туманностей туман,
Сатурн, кольцо, – всего, как на базаре!
Пусть стынет суп, и пусть сгорит обед!
Мы будем слать космический привет
Всем в мире звезд, комет, планет, ракет.
И сей романс разыграем на гитаре.

Иван Шестака

Судьбы крылами времени
Без остановки машут,
Возраст тяжелым бременем
Давит на плечи наши.
Уж без былого восторга
Входим в прозрачность утр...
Но нам, как прежде дороги
Чистых небес перламутр,
Запахи хлеба и дыма,
Рос на траве янтари,
Пыль на дорогах к любимым,
Бешенство красок зари,
Искренность детского взгляда,
Дружбы мужской гранит –
Большого нам не надо,
Это бы все сохранить...
Мы из такого племени,
Что и сам черт не страшен, -
Пусть же крылами времени
Судьбы над нами машут!