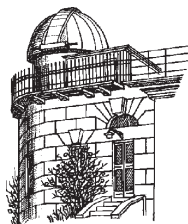


**ОДЕССКИЙ
АСТРОНОМИЧЕСКИЙ
КАЛЕНДАРЬ**

2005



Одесса
“Астропринт”
2004

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

Одесский астрономический календарь (ОАК-2005) предназначен для широкого круга читателей, начиная со школьников и кончая астрономами-профессионалами. Приведенные в нем сведения могут пригодиться простым гражданам и следователям, нуждающимся в определении времени восходов и заходов Солнца, Луны и наступления сумерек, учителям школ разного уровня для преподавания астрономии, а также студентам колледжей и вузов. Много интересного в календаре найдут для себя любители астрономии и люди, просто интересующиеся новостями астрономии, а профессионалы-астрономы могут использовать календарь как справочное пособие.

В календаре традиционно, кроме описания основных астрономических явлений года и таблиц, определяющих положения небесных светил и время наблюдения астрономических явлений на небесной сфере, включены также очерки по интересным вопросам астрономии и юбилейным датам. В данный выпуск календаря включены очерки, посвященные исполняющемуся 6 апреля 2005 года 125-летию со дня рождения выдающегося астронома и организатора науки в Украине Александра Яковлевича Орлова (1880–1954), который в период своего руководства одесской астрономией (1912–1934) основал в начале XX века «Одесский астрономический календарь».

The Odessa Astronomical Calendar (OAC-2005) is dedicated for the broad public sections from the pupils to professional astronomers. Information quoted in the Calendar could be useful for ordinary citizens and criminal investigators who need to know exact moments of the sunsets and sunrises, Moon rise, and twilight beginning, as well as for the School teachers, and lecturers of the colleges and universities. Many interesting things can be found there by the amateurs of astronomy and those people who are interested in astronomy. Professional astronomers can use the Calendar as a Manual of astronomy.

Following to our tradition, the Calendar consists not only of the description of the main annual astronomical events and tables for the determination of the apparent positions of celestial bodies, but also some articles on the modern astronomical problems and important jubilee dates. For example, a present issue of the Calendar includes an essay which is dedicated to the 125 anniversary (April 6, 2005) of the noted Ukrainian astronomer Alexander Yakovlevich Orlov (1880–1954), who has established «Odessa Astronomical Calendar» while being at the head of Odessa astronomical observatory (1912–1934).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – **В. Г. Каретников**, проф., д-р физ.-мат. наук.

Зам. главного редактора – **В. В. Михальчук**, канд. физ.-мат. наук.

Секретарь редколлегии – **А. А. Базей**, канд. физ.-мат. наук.

Члены редколлегии: **С. М. Андриевский**, д-р физ.-мат. наук, **И. Л. Андронов**, проф., д-р физ.-мат. наук, **М. Ю. Волянская**, канд. физ.-мат. наук, **Г. А. Гарбузов**, канд. физ.-мат. наук, **Н. И. Кошкин**, канд. физ.-мат. наук, **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.

О $\frac{160500000-179}{318-2004}$ Без объявл.

ISBN 966-318-257-1

© Одесская астрономическая
обсерватория, 2004

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие (В.Г.Каретников)	4
Табель-календарь на 2005 год (Н.И.Кошкин)	5
Основные термины и обозначения (В.Г.Каретников)	6
Явления и события 2005 года (В.В.Михальчук)	7
Время и его определение (В.Г.Каретников)	8
Юлианские даты и их вычисление (И.Л.Андронов)	9
История календаря. Вавилонский календарь (М.Ю.Волянская)	10

ОСНОВНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Эфемериды Солнца и Луны (В.В.Михальчук)	14
Начало и окончание сумерек (В.В.Михальчук)	40
Диаграмма видимости небесных тел и смены фаз Луны (Н.И.Кошкин)	46
Астрономическая рефракция (В.В.Михальчук)	48
Затмения Солнца и Луны (В.В.Михальчук)	50
Покрытия звезд Луной (В.В.Михальчук)	56
Планеты и их спутники (В.В.Михальчук)	59
Расчет эфемерид для других мест (В.В.Михальчук)	102
Эфемериды ярких астероидов (Н.И.Кошкин)	106
Периодические кометы в 2005 году (К.И.Чурюмов)	119
Метеорные потоки в 2005 году (Ю.М.Горбанев)	127
Яркие звезды и их видимые места (В.В.Михальчук)	134
Двойные и кратные звезды (В.Г.Каретников)	137
Переменные звезды (И.Л.Андронов)	140
Звездные скопления и галактики (В.А.Позигун, А.В.Ющенко)	147

ПОПУЛЯРНЫЕ ОЧЕРКИ

Александр Яковлевич Орлов (М.Ю.Волянская и др.)	152
Украинская геодинамическая школа А.Я.Орлова (Я.С.Яцкив)	159
Работы А.Я.Орлова по гравиметрии (И.А.Дычко)	164
Малая планета «Орлов» (Л.И.Черных)	170
Телескопы смотрят ... вглубь Земли (А.Е.Вольвач)	173
Солнце и геомагнитная обстановка в 2004 году (В.Н.Ишков)	176
Солнце и звезды Главной последовательности (С.М.Андриевский) ...	189
Прогулка по звездному небу (В.А.Позигун)	192
Космическая миссия «Розетта» (К.И.Чурюмов)	195
Новости астрономии и космонавтики (М.И.Рябов)	203
Из истории часов. Изобретение хронометров (М.Ю.Волянская)	210
Год Г. А. Гамова в Одессе (М.И.Рябов)	214
Астрономические кружки и учебные пособия (В.И.Марсакова, И.Л.Андронов)	217
Украина в XXI космическом веке (М.И.Рябов)	219

ПРИЛОЖЕНИЯ

Названия и обозначения созвездий и небесных тел (М.Ю.Волянская)	221
Новая литература по астрономии (В.Г.Каретников)	223
Астрономические Интернет-ресурсы (И.Л.Андронов и др.)	224
Для абитуриентов и любителей астрономии (М.И.Рябов)	227
Астрономическая поэзия (О.Е.Мандель)	229
Инструкция «Определение места судна в малом плавании» (В.В.Михальчук)	234
Вид звездного неба южного региона Украины (Н.И.Кошкин)	239
Карты звездного неба (Н.И.Кошкин)	240

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий выпуск «Одесского астрономического календаря» на 2005 год (ОАК-2005) является 6-м выпуском возрожденного одноименного издания, которое выпускалось Астрономической обсерваторией Новороссийского (ныне Одесского национального) университета в начале прошедшего XX века под руководством заведующего кафедрой астрономии и директора обсерватории, доктора астрономии, профессора Александра Яковлевича Орлова (1880-1954), академика АН УССР, члена-корреспондента АН СССР, выдающегося ученого-астронома и организатора науки в Украине. 2005 год является «годом Орлова», когда исполняется 125 лет со дня его рождения, и поэтому настоящий выпуск календаря посвящен А.Я.Орлову.

«Одесский астрономический календарь» (ОАК-2005) предназначен для удовлетворения интереса и запросов широкого круга читателей и любителей астрономии. Основная цель календаря состоит в обеспечении интересующегося проблемами астрономии читателя сведениями об астрономических явлениях 2005 года, видимых невооруженным глазом, либо с применением небольших оптических приборов. Он может в значительной степени компенсировать преподавателям астрономии 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 содружестве 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, а также 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-2005» 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 ($149.6 \cdot 10^6$ км).
- Световой год* – расстояние, которое свет проходит за один год ($6,324 \cdot 10^4$ а.е.).
- Парсек* (пк) – расстояние в $3,262$ светового года ($3,086 \cdot 10^7$ 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 эклипстикой.
- 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 ($T_3 = T_0 + 3$ 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.

ЯВЛЕНИЯ И СОБЫТИЯ 2005 ГОДА

**Тропический год 2005.0 начинается 1 января 2005 года в 7ч50м
(в 5ч50м 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 27 марта и отменяется 30 октября 2005 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	21 июня	23 сентября	21 декабря
14ч36м	9ч47м	1ч22м	20ч35м

Земля в перигелии – 2 января в 0ч36м, в афелии – 5 июля в 9ч03м

Астрономические явления 2005 года

СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ:

8-9 апреля – кольцеобразно-полное солнечное затмение, не видно в Украине.

24 апреля – частное полутеневое лунное затмение, не видно в Украине.

3 октября – кольцеобразное солнечное затмение, частные фазы **видны в Украине**.

17 октября – частное теневое лунное затмение, не видно в Украине.

СОЕДИНЕНИЯ ЯРКИХ ПЛАНЕТ:

14 января – Меркурий-Венера, **26 июня** – Венера-Сатурн, **26 июня** – Меркурий-Сатурн, **27 июня** – Меркурий-Венера, **7 июля** – Меркурий-Венера, **2 сентября** – Венера-Юпитер.

ПОЯВЛЕНИЕ КОМЕТ:

В 2005 году ожидаются яркие кометы: комета Мейчхоулца C/2004 Q2, комета C/2003 T4 (LINEAR), комета 9P/Темпеля 1 и комета 72P/Деннинга-Фудзикавы. Состоится прохождение через перигелий 19 ранее открытых короткопериодических комет, 5 новых короткопериодических, 4 почти параболических и одной гиперболической кометы, то есть всего 29 комет.

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ:

1-5 января – Квадрантиды (максимум 4.01). **16-25 апреля** – Лириды (максимум 22.04). **19 апреля-28 мая** – η -Аквариды (максимум 5.05). **12 июля-19 августа** – Южные δ -Аквариды (максимум 27.07). **15 июля-24 августа** – Персеиды (максимум 12.08). **2 октября-7 ноября** – Ориониды (максимум 21.10). **14-21 ноября** – Леониды (максимум 17.11). **7-17 декабря** – Геминиды (максимум 13.12).

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 стран в одну систему земная поверхность разбита на 24 часовых пояса (от 0-го до 23-го), протяженностью каждый в 15° по долготе, что соответствует 1 часу времени. Время «нулевого» часового пояса со средним меридианом, проходящим через Гринвичскую обсерваторию в Англии, называется гринвичским, либо всемирным временем T_0 . Ввиду того, что Киев и Москва находятся во 2-м часовом поясе, киевское время зимой $T_n=T_0+2$, 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_n и равна нулю в момент верхней кульминации Солнца, то есть в полдень. Истинное солнечное время меняется неравномерно и его заменяют понятием среднего солнечного времени $T_{cp}=T_n+\eta$, 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_m определяется отдельно для каждого места наблюдения. Гринвичское звездное время S_0 определяется для гринвичского меридиана в ноль часов всемирного времени $T_0=0$. Связь же местного звездного времени S_m со всемирным T_0 определяется формулой:

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

где 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 102-105. Там же даны географические долготы и широты городов Украины и Молдовы, необходимые для расчета местного звездного времени. Как пример, для Одессы географическая долгота в градусной и часовой мере равна $\lambda = 30^\circ 45'$ в.д. = +2 часа 03 минуты = +2.05 часа.

ЮЛИАНСКИЕ ДАТЫ И ИХ ВЫЧИСЛЕНИЕ

Юлианские даты (J.D.-2400000) на нулевое число каждого года

Годы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1900	15020	15385	15750	16115	16480	16846	17211	17576	17941	18307
1910	18672	19037	19402	19768	20133	20498	20863	21229	21594	21959
1920	22324	22690	23055	23420	23785	24151	24516	24881	25246	25612
1930	25977	26342	26707	27073	27438	27803	28168	28534	28899	29264
1940	29629	29995	30360	30725	31090	31456	31821	32186	32551	32917
1950	33282	33647	34012	34378	34743	35108	35473	35839	36204	36569
1960	36934	37300	37665	38030	38395	38761	39126	39491	39856	40222
1970	40587	40952	41317	41683	42048	42413	42778	43144	43509	43874
1980	44239	44605	44970	45335	45700	46066	46431	46796	47161	47527
1990	47892	48257	48622	48988	49353	49718	50083	50449	50814	51179
2000	51544	51910	52275	52640	53005	53371	53736	54101	54466	54832
2010	55197	55562	55927	56293	56658	57023	57388	57754	58119	58484
2020	58849	59215	59580	59945	60310	60676	61041	61406	61771	62137
2030	62502	62867	63232	63598	63963	64328	64693	65059	65424	65789
2040	66154	66520	66885	67250	67615	67981	68346	68711	69076	69442
2050	69807	70172	70537	70903	71268	71633	71998	72364	72729	73094
2060	73459	73825	74190	74555	74920	75286	75651	76016	76381	76747
2070	77112	77477	77842	78208	78573	78938	79303	79669	80034	80399
2080	80764	81130	81495	81860	82225	82591	82956	83321	83686	84052
2090	84417	84782	85147	85513	85878	86243	86608	86974	87339	87704

Количество дней между 0 числом года и каждого месяца

	янв.	фев.	мар.	апр.	май	июн.	июл.	авг.	сен.	окт.	ноя.	дек.
обычн.	0	31	59	90	120	151	181	212	243	273	304	334
висок.	0	31	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335

(для високосных лет после февраля необходимо добавить единицу)

Пользуясь этими таблицами, рассчитаем юлианскую дату J.D. для 29 июня 1963 года: $J.D.=2400000+38030+151+29=2438210$, то есть в таблице нашли строку десятилетия, затем столбец, соответствующий последней цифре года, затем по второй таблице – число дней между нулевым числом года и нулевым числом месяца, а затем – число в месяце. Эта целая часть J.D. действительна от 15 часов (легнее время) 29 июня до 15 часов 30 июня.

Дробная часть вычисляется как доля суток, прошедшая после гринвичского полудня. Например, 22 часов 36 минут 15 секунд зимнего времени (которое на 1 час меньше летнего, то есть вместо 15 часов берем 14) соответствуют дробной части J.D. $(22-14+(36+15/60)/60)/24=0.35851$. Продолжительность суток равна $24\cdot60\cdot60=86400$ секунд. **Например, 0 часов 0 минут 0 секунд 1 января 2005 года соответствует J.D. 2453371.41667 (целая часть, соответствующая предыдущей дате, поскольку время до гринвичского полудня).**

ИСТОРИЯ КАЛЕНДАРЯ. ВАВИЛОНСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

М.Ю.Волянская

Вавилония – ранне-рабовладельческое государство в Месопотамии по среднему и нижнему течению рек Евфрат и Тигр. Правление первой вавилонской династии относится к 19 веку до нашей эры (н.э.). Со времени царя Хаммурапи (1792-1750 годы до н.э.) Вавилония охватывала территорию древнейших государств Месопотамии – Аккада и Шумера. Памятником этого периода являются знаменитые законы Хаммурапи. В 8-7 веках до н.э. в Вавилонии установилось господство Ассирии, воинственного государства, образовавшегося в конце 3-го тысячелетия до н.э. там же, в Месопотамии, со столицей в Ашпуре (позднее Ниневии). Во второй половине 8 века и первой половине 7 века до н.э. Ассирия – мощная военная держава. После разгрома Ассирии в конце 7 в. до н.э. объединенными усилиями Мидии и Вавилона возникло Ново-вавилонское царство, достигшее наибольшего могущества при царе Навуходоносоре II (604-561 годы до н.э.). В 538 году до н.э. Вавилония была завоевана персидским царем Киром и стала провинцией державы Ахеменидов.

На плодородной равнине между реками Тигр и Евфрат люди начали селиться несколько тысяч лет тому назад. Эти могучие реки, дававшие живительную влагу, время от времени становились причиной настоящего “всемирного потопа” – наводнений. Чтобы встречать во всеоружии регулярные наводнения, жителям Междуречья, как и жителям Древнего Египта, надо было знать время наступления сезона наводнений, а значит – внимательно изучать звездное небо. И если на севере погода часто препятствует наблюдениям, то в странах по Тигру и Евфрату условия для наблюдений почти всегда благоприятные, что позволяло в течение тысячелетий усердно заниматься астрономией. Страна с богатой природой привлекала чужеземные племена, стремившиеся к долине реки. За 4 тысячи лет до н.э. аборигены страны, шумерийцы и аккадийцы, жившие по берегам Персидского залива у устьев Евфрата и Тигра, подверглись сильным нападением с запада и востока. И со стороны моря их не оставляли в покое выходцы из Аравии.

Народы, столкнувшиеся в борьбе, приносили с собой свои культуры, зачастую обогащавшие друг друга. Результаты наблюдений наследовались одним народом от другого и, например, наука аккадийцев продолжала развиваться у халдеев – так стали называть жителей Междуречья. О больших астрономических знаниях халдеев было известно всему древнему миру. Древние греки и римляне с удивлением отзывались об их познаниях, именно из греческих и римских текстов историки нового времени узнали об этой загадочной культуре. А достоверные данные о достижениях вавилонской астрономии были получены современной наукой довольно неожиданно – были найдены хранившиеся в храмах подлинные тексты, начертанные на обожженных глиняных плитках – так называемое клинописное письмо, расшифровать которое чрезвычайно трудно.

Но постепенно клинопись стала поддаваться расшифровке. И оказалось, что многие из табличек – это страницы астрономических трактатов. Теперь эти невзрачные глиняные черепки – “халдейские таблицы” – хранятся в лучших музеях. Особенный интерес возбудили 70 таблиц из библиотеки царя Саргона (16 век до н.э). Из этих таблиц явствует, что наблюдения вавилонян восходят к отдаленной древности, они производились и обрабатывались очень тщательно. Древние тексты содержали сведения о примерно 200 неподвижных звездах, о созвездиях, сведения о движении Солнца, Луны и планет. Астрономией в основном занималась каста жрецов, которые для усиления своего авторитета все свои дела и поступки окутывали туманом сверхъестественного и таинственного. Методы астрономических измерений и результаты их сохранялись в тайне. Обсерваториями для вавилонских жрецов служили храмы. Вблизи храмов-обсерваторий строились школы.

Интересна архитектура храмов. Уже у аккадийцев храмы строились в виде кубов, нагроможденных друг на друга, со сторожевой галереей вокруг каждого из них, причем верхний, наименьший куб предназначался для божества. Такие многоступенчатые башни, так называемые зиккураты, с пятью или семью этажами, были удобным местом для астрономических наблюдений. “Халдейские мудрецы” – жрецы и писцы – сохраняли знания предков и были опорой правителей страны. Они постоянно занимались и математикой, ввели шестидесятеричную систему счета, разделили окружность на 360 градусов. Такое деление появилось в результате наблюдений за перемещением по небу Солнца. Смещение Солнца на величину его диска, то есть на угол, под которым были бы видны два солнечных диска, рассматривалось как “один шаг Солнца”. В дни равноденствий траектория движения Солнца по небу – полуокружность, в ней укладываются 180 “солнечных шагов”. В целой же окружности укладывается 360 таких шагов – градусов. Халдеи и сутки разделяли на 12 двойных часов, час на 60 минут, минуту на 60 секунд. Эта система измерения времени, созданная путем соединения математики и астрономии, остается в употреблении и сейчас.

Из научных результатов, достигнутых в Вавилоне, следует отметить их знание Зодиака – 12 созвездий, опоясывающих небо, которые Луна пробегает в течение месяца, а Солнце в течение года. Кроме того – точное определение продолжительности года, деление года на 12 месяцев. Для наблюдений они первоначально пользовались гномоном и солнечными часами, которые имели то неудобство, что длина часа изменялась в разное время года. Впоследствии были изобретены и применялись более совершенные приборы и инструменты, такие, как армиллярная сфера – угломерный инструмент из нескольких вложенных друг в друга металлических колец, и водяные часы сложной конструкции (см. ОАК на 2002 г., с.161).

Если обитатели северных стран находились в большой зависимости от Солнца, которое управляет временами года, приносит благоприятное тепло, согревая землю и людей, то для жителей жаркой Вавилонии Солнце зачастую обращало страну в пустыню, его неумолимые лучи ос-

лепляли. Изнемогающие от жары люди с нетерпением ждали наступления прохладной ночи, когда на небе зажигались звезды и появлялось ночное светило – Луна. Поэтому вавилоняне, как и многие южные народы, считали главным светилом Луну, она занимала в общем культе небесных тел особое место. Состоящая из двух частей – светлой и темной – Луна стала божеством жизни и смерти. Вавилонские жрецы разработали лунно-солнечный календарь.

Год – время обращения Солнца – в Вавилоне (как и в Египте) сначала был принят за 12 месяцев, по 30 дней каждый, то есть всего 360 дней. Каждый месяц разделялся на 3 декады, а весь год на 36 декад – на небе им было поставлено в соответствие 36 наиболее ярких звезд и созвездий. Каждая декада состояла из двух недель. Первоначальное счисление времени у ассирийцев и вавилонян соответствовало, как и у других народов, счету по пальцам – неделя состояла из пяти дней и таких недель было три между полнолунием и новолунием и три между новолунием и полнолунием. Разница между тропическим годом в 365,2426 суток и 360 была такой значительной, что должна была обратить на себя внимание (см. ОАК на 2003 г., с.6).

Эта трудность в разные времена устранялась по-разному: сначала добавляли после каждого года еще 5 дней. Потом постановили через каждые 6 лет вставлять добавочный месяц, а через каждые 124 года – двойной добавочный месяц. Позднейшие календари, также записанные на глиняных табличках, показывают, как ревностно старались вавилоняне руководствоваться Луной при счислении времени. Они не удовлетворялись, как греки, установлением средней продолжительности месяца в 29,5 дней, а подгоняли каждый месяц в отдельности к действительной продолжительности лунного обращения. С точностью до одной десятой доли часа в календарях указывался момент, когда молодая Луна должна была впервые появиться в поле зрения вавилонской башни, то есть когда должен был начаться для всей страны новый месяц.

В Междуречье издавна наблюдали и планеты. Известно, что астрономы Вавилонии открыли спутники у Юпитера (люди с острым зрением могут видеть их в южной Азии невооруженным глазом), они приблизительно определили период обращения Юпитера, они даже сумели расположить планеты в порядке их удаленности от Земли, причем Солнце, конечно, было помещено на месте Земли. Пять планет – Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн – ярко блистали на небе Месопотамии. Их считали божествами и верили, что каждая из них воздействует на свой определенный день недели. Юпитер даже поглотил собою первобытное главное божество Вавилона (Мардук), а Венера, под именем Истар или Астарты, сделалась богиней, слава которой распространилась по многим странам древнего мира. К числу планет относили Луну и Солнце, и это священное число семи планет внесло большую путаницу в календарную систему, поскольку появилась еще и семидневная неделя.

Вавилоняне занимались астрономией не только для практической пользы, но и для предсказаний. По Даннеману: «Шумеры считали, что все на Земле – лишь отображение того, что существует на небе». Поэтому прорицания они черпали исключительно из планет, из их положения на небе. Астрономия вскоре превратилась, в известном смысле, в религию. Как считает Трельс-Лундасо, «у тех народов, которые обожествляли небесные светила, жрецы должны были быть астрономами. Их обязанностью было не только следить за божествами, служить им и улавливать их указания, но и точно определять время празднеств. Все их знание сводилось, в сущности, к астрономии». Поэтому же первым неизбежным последствием астрологии было новое разделение времени по числу планет... Храмы и обсерватории халдеев тоже состояли из семи этажей.

Во времена упоминавшегося уже царя Саргона за 1600 лет до н.э. существовали, по-видимому, параллельно пятидневная и семидневная планетная недели: пятидневная была принята в обыденной жизни, а семидневная применялась для праздников и в астрологии. Однако постепенно число 7 одержало верх не только при счете дней, недель и месяцев, но и годов, так как каждый седьмой и сорок девятый годы считались священными. Теперь неудобная семидневная неделя известна во всем мире.

Во время великой французской революции была сделана попытка упразднить семидневную планетную неделю и восстановить первоначальное простое разделение времени, но, увы, напрасно. Все осталось по-старому, и мы в этом отношении недалеко ушли от эпохи астрологии, расцвет которой пришелся на времена вавилонского царства.

В заключение хочется вспомнить стихи замечательного поэта Максимилиана Волошина об астрономах Вавилонии:

...Кишело небо звездными зверьми
Над храмами с крылатыми быками.
Стремилось Солнце огненной стезей
По колеям ристалищ Зодиака.
Хрустальные вращались небеса,
И напрягались бронзовые дуги,
И двигались по сложным ободам
Одна в другую вставленные сферы...

ДВОЙНЫЕ И КРАТНЫЕ ЗВЕЗДЫ

Среди звездного населения нашей Галактики и, видимо, других звездных систем большая часть звезд составляет группы, связанные узлами взаимного тяготения, в которых 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.

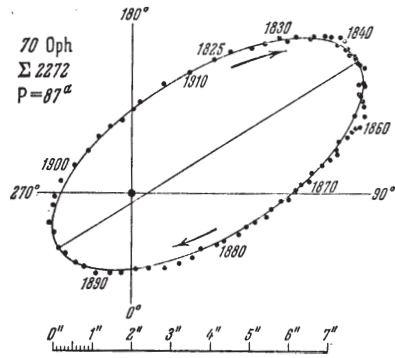


Рис. 1.

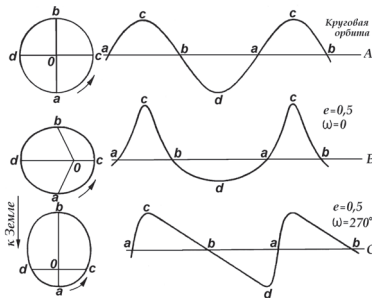


Рис. 2.

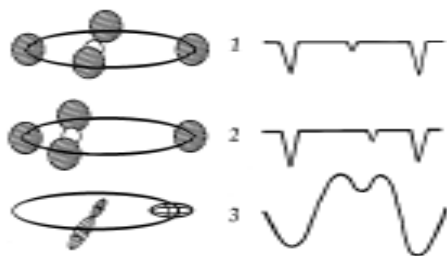


Рис. 3.

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.

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 Трапецией 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

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

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 важно 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, вращения 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 Альбироо (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. Как-то 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.

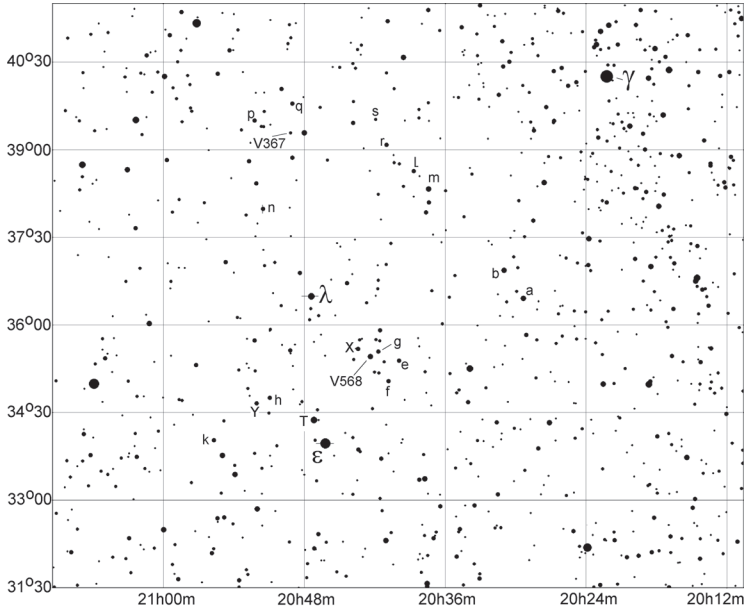
Ниже в таблице приводятся данные о наиболее ярких и интересных для наблюдения визуально-двойных звездах с сильным различием цветов, расположенных в порядке возрастания прямых восхождений. В таблице индексом A обозначена более яркая, а индексом B более слабая звезды пары, m и Sp – их звездные величины и спектральные классы соответственно, буквой a'' – расстояние между звездами в секундах дуги. С помощью карт, помещенных в конце Календаря, эти звезды легко найти на небе.

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

В предыдущем номере ОАК-2004 рассматривались затменные двойные звезды с относительно короткими периодами. Карты окрестностей некоторых из них опубликованы и в этом выпуске.



звезда	тип	m_{\max}	m_{\min}	период	нач.эпоха	d
V367 Cyg	EB	6.67	7.60	18.59773	2446596.7314	-
V568 Cyg	γ Cas	6.40	6.68	-	-	-
X Cyg	δ Cep	5.85	6.91	16.386332	2443830.387	35
Y Cyg	ϵ A	7.30	7.90	2.9963328	2409453.4192	10
T Cyg	LB	4.91	4.96	-	-	-

$a=9.94^m$, $b=6.30^m$, $d=6.70^m$, $e=6.86^m$, $f=7.17^m$, $g=7.42^m$, $h=7.68^m$, $k=7.87^m$, $l=6.44^m$, $m=6.78^m$, $n=6.97^m$, $p=7.22^m$, $q=7.32^m$, $r=7.47^m$, $s=8.17^m$.

Блеск звезд сравнения для переменных звезд, наблюдаемых в бинокль:

Звезда	a	b	c	d	e	f	Max	Min	цикл
U Del	6.27	6.49	6.61	6.76	7.17	7.47	5.6	7.5	110
TW Peg	6.38	6.83	7.25	7.54	7.98	8.54	7.0	9.2	956
RX Boo	6.77	7.37	8.14	8.97			6.6	8.8	160

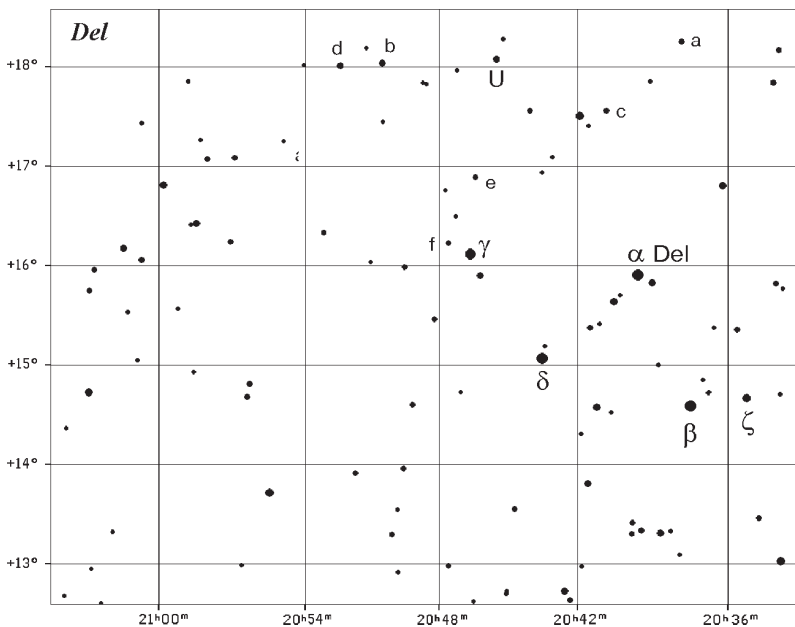
Примечание. Кроме указанных звезд, на картах отмечены и другие переменные звезды, которые также интересно наблюдать, используя те же звезды сравнения.

Это BD+27° 4240 (отмечена как “v” вблизи TW Peg) и UV Boo вблизи RX Boo. Поскольку изменения блеска медленные, целесообразно наблюдать их каждую ясную ночь один раз. Обозначения ярких звезд показаны греческими буквами.

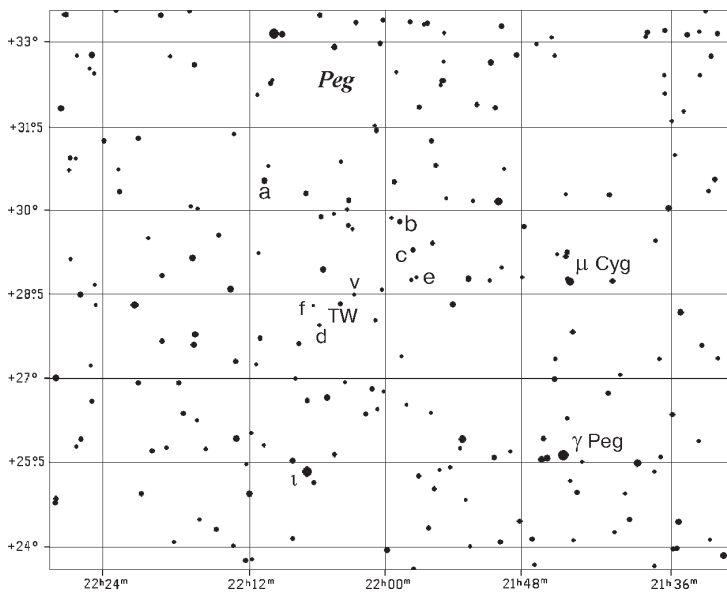
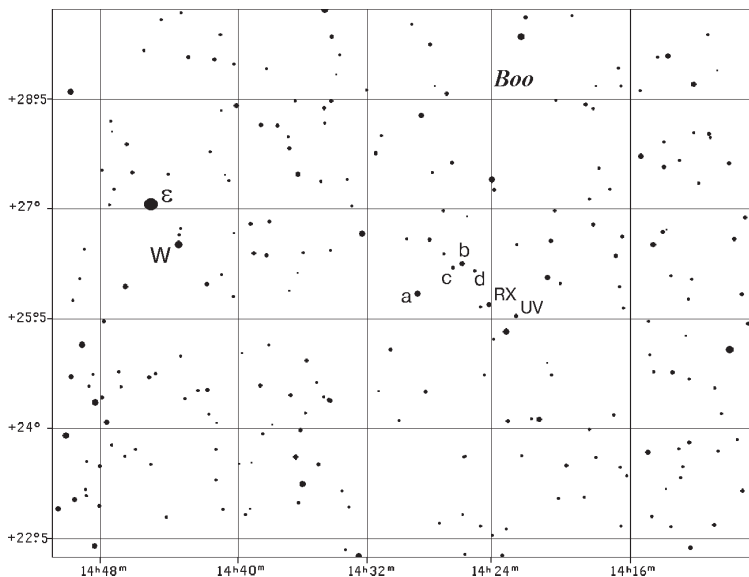
Блеск звезд сравнения для переменных звезд, наблюдаемых невооруженным глазом, указан в скобках после названия звезды: для β и ρ Персея: α Персея (1.90), ϵ (2.96), δ (3.10), ν (3.93), 16 (4.27), π (4.62), γ Андромеды (2.18), α Треугольника (3.68), β (3.08).

β Персея (собственное имя - Алголь) является прототипом разделенных затменных двойных звезд с периодом 2.8673043 суток, начальной эпохой J.D. 2445641.5135 и продолжительностью затмения около 10 часов. ρ Персея – красная полуправильная пульсирующая переменная с циклом около 50 суток. По существующим договоренностям, переменные звезды часто обозначаются окружностями вместо закрашенных кружков. Визуально-двойные звезды перечеркнуты горизонтальной линией.

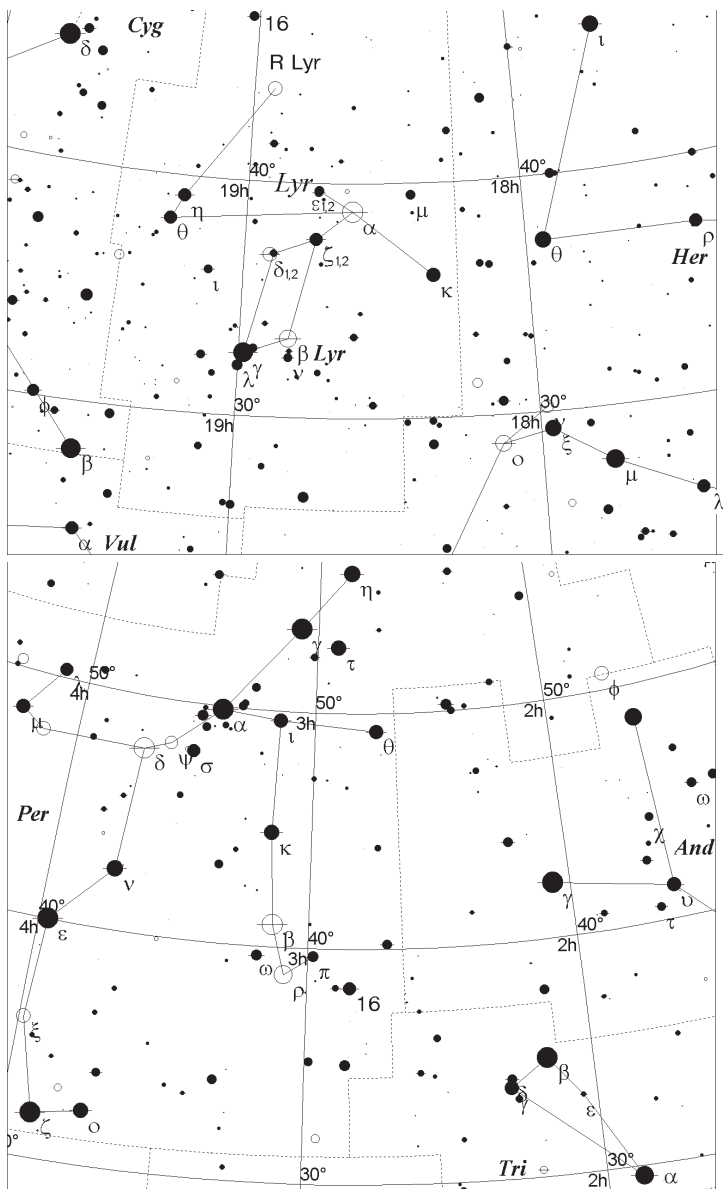
Для β и R Лиры: γ Лиры (3.30), ζ (4.29), η (4.46), θ (4.46), 16 (5.06), ι (5.28), μ Геркулеса (3.48), ξ (3.82). β Лиры является прототипом второго типа затменных двойных звезд (EB) с периодом 12.913834 суток, начальной эпохой J.D. 2408247.950. R Лиры – красная полуправильная пульсирующая переменная с циклом около 46 суток. Эти звезды также целесообразно наблюдать раз в ночь.



Карты окрестностей переменной звезды U Дельфина



Карты окрестностей и звезды сравнения для звезд, наблюдаемых в бинокль или телескоп RX, UV Волопаса (вверху), TW Пегаса и BD+27°4240 (внизу)



Карты окрестностей ярких переменных звезд R и β Лирь (вверху) и β Персея.
Незаполненными окружностями показаны переменные звезды.

ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКАЯ ЗАТМЕННАЯ ДВОЙНАЯ ЗВЕЗДА NN DEL C ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ОРБИТОЙ

Предлагаем вниманию звезду NN Del, переменность которой была недавно открыта с орбитальной обсерватории "Гиппарх". Поскольку в поле зрения телескопа, установленного на этом спутнике, при его вращении попадали сотни тысяч разных звезд, одна и та же звезда обычно попадала сотню раз за трехлетний период наблюдений. Сравнивая блеск фиксированной звезды в разные моменты времени, можно было проверить, является ли звезда постоянной или переменной. В результате этого грандиозного эксперимента было обнаружено около 800 новых переменных звезд, в исследовании которых приняли участие и одесские астрономы.

Одной из таких звезд явилась звезда, ранее занесенная в каталог SAO (Смитсоновская астрономическая обсерватория) под номером 126201. Хотя звезда и не видна невооруженным глазом, она достаточно яркая, и доступна наблюдению даже в бинокль.

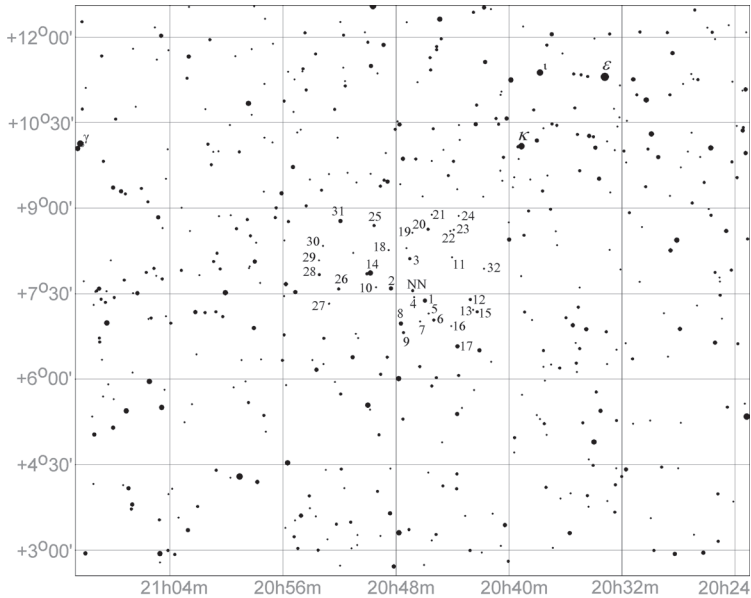
Блеск этой звезды обычно постоянен и составляет примерно 8.5^m . Но в некоторые моменты времени он ослабевал до 9^m . Такая переменность характерна для затменных двойных звезд. И тогда объект был внесен в электронное издание "Общего Каталога Переменных Звезд", публикуемое в Москве по поручению Международного Астрономического Общества, и получил официальное название NN Дельфина.

Однако наблюдений на "Гиппархе" оказалось недостаточно, чтобы определить орбитальный период. И тогда к исследованию подключились любители. В течение нескольких лет они регулярно делали по одной или несколько оценок в ночь, лишь изредка регистрируя ослабления блеска. И вот, наконец, они опубликовали результаты своих исследований на сайте испанского общества наблюдателей переменных звезд www.astrogea.org/var2/nn_del/htm.

Как оказалось, более быстрое определению периода мешало следующее обстоятельство: интервалы между минимумами очень неравномерны и составляют 18.69 и 80.59 суток. Их глубина различается не очень сильно (0.54 и 0.49).

Такое поведение свидетельствует о том, что орбита двойной системы очень вытянута. После того, как было определено точное значение периода $P=99.27$, и предложена эта модель, удалось определить ее параметры с использованием современной программы компьютерного моделирования кривой блеска. В отличие от большинства двойных звезд, в которых компоненты существенно различаются по массе, в NN Дельфина вокруг центра масс вращаются "близнецы" – практически одинаковые объекты с температурой 6500 К, спектральным классом F5IV и радиусом $2.2R_{\odot}=1.53$ миллиона км. Звезды такого спектрального класса, находящиеся на так называемой Главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рессела, характеризуются радиусом $1.2R_{\odot}$ (для сравнения, радиус Солнца $R=696\,000$ км). То, что радиусы почти в 2 раза больше, означает, что звезды находятся на стадии субгиганта, в их недрах образовались гелиевые ядра, а оболочка расширилась. Каждая из звезд излучает в 11 раз больше энергии, чем Солнце.

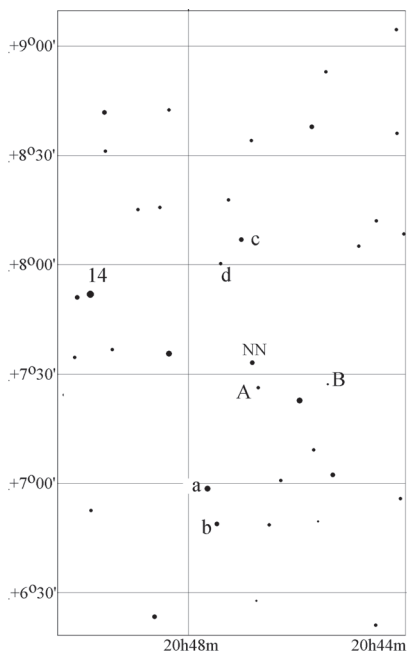
Расстояние между звездами периодически меняется от 48 млн. км (0.32 а.е.) до 152 млн. км (1.01 а.е.), так что величина большей полуоси составляет 100 млн. км (0.67 а.е.), а эксцентриситет $e=0.517$. Во время двух затмений расстояния между звездами различаются, поэтому различны и продолжи-



тельности затмений (17.3 и 21.2 часов). Это почти в 150 раз меньше орбитального периода, поэтому неудивительно, что такие относительно короткие и редкие ослабления блеска не были замечены раньше. Поскольку размеры звезд существенно меньше расстояния между ними, их форма практически не отличается от сферической, а высота приливной волны не превышает $6.5 \cdot 10^{-5} R_s = 100$ км даже при наибольшем сближении звезд (в апоастре).

В соответствии с тригонометрическим параллаксом, определенным на этом же спутнике "Гиппарх", эта двойная звезда находится на расстоянии 570 световых лет. При такой удаленности, угловое расстояние между компонентами не превышает $0.0057''$, т.е. даже в телескоп двойная система видна, как одна звезда. Земля находится практически в плоскости орбиты двойной звезды, отклоняясь от нее лишь на $0.12'$ (примерно 40% углового радиуса Солнца или Луны, наблюдаемых с Земли), так что наклонение орбиты равно $90^\circ - 0.12'' = 89^\circ 48''$.

Объект достаточно яркий, очень удобен для любительских наблюдений в бинокль или небольшой телескоп. Блеск близлежащих звезд, отмеченных на карте окрестностей, а также номера по каталогу SAO, приведены в следующей таблице. Инструкция по наблюдению переменных звезд опубликована, напр., в ОАК 2003. Из всех звезд для сравнения следует использовать лишь несколько, которые попадают в поле зрения бинокля или телескопа и не сильно отличаются по цвету от исследуемого объекта. Такая последовательность звезд спектрального класса F с убывающим блеском обозначена *abcd*. Однако, более близкими и удобными при наблюдениях с малым полем зрения являются звезды АВ, хоть они и существенно более красные по цвету.



Как наблюдать звезду? Можно было бы делать по оценке в ночь, как это делали испанские любители. Однако, сейчас, когда период уже определен, и моменты главного минимума можно рассчитать по эфемериде

$$\text{Min } I = \text{J.D. } 2450227.6026(15) + 99.2684(5) \cdot E$$

(в скобках указана статистическая погрешность в единицах последнего знака), ясно, что в 2005 году произойдет 4 затмения, середины которых придется на 2 февраля (16 часов), 13 мая (02 часа), 20 августа (09 часов) и 26 ноября (15 часов) по киевскому времени (зимнему и летнему соответственно датам). Наблюдать при условии видимости надо начинать за 11-12 часов до середины затмения и оканчивать на 11-12 часов после. Наблюдения желательно проводить последовательно, чтобы получить ряд продолжительностью в несколько часов. Это в будущем позволит уточнить период.

Реально в феврале созвездие Дельфина наблюдать очень трудно и только перед рассветом. В мае и августе условия наиболее благоприятны, но и вечером 26 ноября можно успеть отнаблюдать восходящую ветвь кривой блеска. Вторичный минимум наступает на 18 суток 16 часов 33.6 минуты позднее, то есть 21 февраля (8.5 часа), 31 мая (18.5 часа), 8 сентября (1.5 часа) и 14 декабря (7.5 часов) Киевского зимнего/летнего времени.

Результаты наблюдений приглашаем присылать по электронному адресу Украинской Ассоциации наблюдателей переменных звезд uavso@pochta.ru.

Звезды сравнения для NN Del

<i>N</i>	SAO	<i>m</i>	Тип	<i>N</i>	SAO	<i>m</i>	Тип	<i>N</i>	SAO	<i>m</i>	Тип
k	126059	5.2	G5	12	126129	8.9	K5	24	126137	8.7	F8
1	126187	6.9	A0	13	126124	8.7	G5	25	126257	8.5	A2
2	126228	8.0	K0	14	126265	6.2	A0	26	126309	7.9	F0
3=c	126209	8.5	F2	15	126118	8.7	K5	27	126322	8.5	A0
4=A	126199	8.6	K5	16	126152	9.0	K2	28	126339	8.5	K0
5	126185	8.8	K0	17	126140	8.0	K0	29	126342	8.6	F0
6	126174	8.7	A0	18	126232	8.7	F8	30	126336	8.6	K0
7	126194	8.7	K5	19	126205	8.6	K5	31	126306	7.2	K5
8=a	126219	7.7	F5	20	126176	8.5	K5	32	126112	8.9	K2
9=b	126213	8.0	F2	21	126181	8.9	K5	33=d	126212	8.6	F2
10	126255	8.8	K8	22	126154	9.1	K5	34=B	126178	9.0	K2
11	126151	8.7	K0	23	126149	8.9	F5				

ЗВЕЗДНЫЕ СКОПЛЕНИЯ И ГАЛАКТИКИ

Простым глазом можно заметить на небе светящиеся туманные образования. Наиболее заметен Млечный Путь. На нашем небе он проходит по созвездиям Стрельца, Орла, Лебеда, Кассиопеи. Эта гигантская туманная полоса – сияние сотен миллиардов далеких звезд, образующих звездную систему, к которой принадлежит наше Солнце – нашу Галактику, а проходящий через все небо Млечный Путь определяет главную плоскость этой звездной системы. В созвездиях Стрельца-Лебеда в центральной части светящейся полосы даже невооруженным глазом хорошо заметны темные области – облака межзвездной пыли, закрывающие от нас свет более далеких звезд.

Обычный бинокль позволяет увидеть на небе множество туманных объектов меньшего размера. Они принадлежат к двум основным классам: светящиеся или темные облака межзвездного газа и пыли – то есть, настоящие туманности, и далекие скопления звезд, которые выглядят как туманности, а при изучении их с более мощными инструментами они распадаются на отдельные звезды.

Туманности – это светящиеся или темные облака межзвездного газа и пыли. Диффузные туманности освещены яркими звёздами, которые располагаются вблизи или даже внутри самих облаков (например, «Розетка»). Темные туманности представляют газопылевые облака, которые поглощают свет звезд, лежащих за ними (например, «Америка», «Конская голова»). Планетарные туманности, образовавшиеся при сбросе внешних слоев звезд-гигантов, представляют собой разреженную газовую оболочку, разлетающуюся от центральной горячей звезды и светящуюся под действием ее излучения. С помощью бинокля хорошо виден комплекс туманностей в созвездии Ориона, в котором сейчас идет образование объектов со звездными и планетными массами.

Звёздные скопления – это группы звёзд, динамически связанных между собой. 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 невооруженным глазом на нашем небе. Шаровые скопления имеют четкую сферическую или эллиптическую форму и хорошо выделяются на окружающем фоне, благодаря сильной концентрации звёзд к центру. В нашей Галактике обнаружено более 1600 рассеянных и 200 шаровых звездных скоплений.

Наиболее ярким шаровым скоплением на северном небе является скопление в созвездии Геркулеса, которое можно увидеть в любой бинокль в виде слегка туманной звездочки. Самое большое и яркое из шаровых скоплений – Омега Центавра – содержит миллионы звезд. К сожалению, оно находится значительно южнее небесного экватора и в Украине не видно. В последние годы дискутируется вопрос о том, что это скопление, возможно, является карликовой галактикой.

Галактики – звездные системы, наибольшие из которых содержат сотни миллиардов звезд. Невооруженным глазом в безлунную ночь можно

заметить галактику в созвездии Андромеды – ближайшую к нам гигантскую галактику. На южном небе хорошо видны Большое и Малое Магеллановы облака. Впервые эти объекты были описаны участниками первого кругосветного плавания Магеллана, как светящиеся облака среди звезд, своего рода оторвавшиеся кусочки Млечного Пути. Это две ближайшие карликовые галактики, являющиеся спутниками нашей Галактики.

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

Структура звездных скоплений и галактик сейчас активно исследуется. В центральных областях шаровых звездных скоплений и многих галактик обнаружены компактные сверхмассивные объекты. Масса объекта, находящегося в центре нашей Галактики, превышает два миллиона солнечных масс. Прямые наблюдения этого образования возможны только в радиодиапазоне – это ярчайший радиоисточник Стрелец А. Во всех остальных спектральных диапазонах даже самые мощные телескопы ничего не видят, так как в этом направлении поглощение межзвездной пылью в видимом диапазоне составляет не менее 30 звездных величин. Объяснить наблюдаемые факты может либо плотное скопление нейтронных звезд, либо сверхмассивный объект с радиусом, близким к радиусу черной дыры.

До недавнего времени только для нескольких тысяч галактик были известны расстояния до них. В настоящее время определены расстояния до нескольких сотен тысяч галактик и квазаров (звездообразных источников, находящихся на расстояниях, сравнимых с расстояниями до галактик), что позволило сделать качественный скачок в исследовании структуры Вселенной. Обнаружены и карликовые галактики новых типов, находящиеся сравнительно недалеко, галактики на предельно больших расстояниях, скопления и сверхскопления галактик, состоящие из тысяч галактик. Изучаются громадные пустоты, в которых галактики практически не встречаются. Фрактальность Вселенной, то есть иерархия вложенных друг в друга структур, наблюдается до масштабов, составляющих примерно 10-15 процентов от расстояния до наиболее удаленных галактик.

Следует отметить, что в последние 5 лет наиболее удаленными исследованными объектами Вселенной являются галактики, а не квазары. В 2004 году опубликованы наблюдения галактик с красным смещением $Z=10$, это означает, что длины волн спектральных линий в спектрах этих галактик увеличены примерно в 10 раз вследствие эффекта Доплера. Наи-

более удаленные из открытых квазаров имеют красное смещение 6.5. В связи с тем, что на космологических расстояниях излучение галактик смещается в инфракрасный диапазон, создаются новые наземные и космические телескопы для наблюдений в этом спектральном диапазоне.

Ниже приведены таблицы с данными о звездных скоплениях, галактиках и туманностях, Обозначения в таблицах таковы: NGC – номер объекта по каталогу New General Catalogue, М – номер объекта по каталогу Мессье, Созв. – название созвездия, в котором находится объект, α_{2000} , δ_{2000} – координаты объекта, d – диаметр в минутах дуги (в градусах для скоплений галактик), m – интегральная звездная величина, N – число звезд в объекте, r – расстояние до объекта в световых годах (для рассеянных и шаровых скоплений и туманностей) или в миллионах световых лет (для галактик и скоплений галактик), $\log t$ – десятичный логарифм возраста объекта в годах, тип (для туманностей и галактик).

ГАЛАКТИЧЕСКИЕ РАССЕЯННЫЕ СКОПЛЕНИЯ

NGC	М	Созв.	α (2000)	δ	d	m	N	r	$\log t$
457	–	Cas	01 ^h 19.6 ^m	58° 12'	14'	7.5	50	7970	7.32
581	103	Cas	01 33.4	60 39	6	7.0	30	7200	7.34
869	h Per	Per	02 19.0	57 08	36	4.3	250	6820	7.07
884	χ Per	Per	02 22.3	57 08	36	4.3	200	7690	7.03
1039	34	Per	02 42.1	42 46	42	5.7	70	1640	8.43
Плеяды	45	Tau	03 47.4	24 06	180	1.4	160	130	7.85
Гиады	–	Tau	04 19.7	15 37	1100	0.8	100	150	8.80
1912	38	Aur	05 28.7	35 51	26	7.0	150	3500	8.46
1960	36	Aur	05 36.3	34 08	19	6.3	60	4320	7.47
2099	37	Aur	05 52.3	32 33	34	6.2	270	4540	8.54
2168	35	Gem	06 09.0	24 21	30	5.6	120	2680	7.98
2281	–	Aur	06 48.3	41 05	15	6.7	30	1830	8.55
287	41	Cma	06 46.0	-20 45	50	5.0	90	2270	8.38
2447	93	Pup	07 44.5	-23 51.4	20	6.5	80	3400	8.59
2632	44	Cnc	08 40.4	19 40	100	3.9	60	610	8.86
2682	67	Cnc	08 51.3	11 48	18	7.0	100	2980	9.41
6494	23	Sgr	17 57.1	-18 59	35	6.0	120	2060	8.48
6611	16	Sgr	18 18.8	-13 48	25	6.6	55	5740	6.88
6705	11	Sct	18 51.1	-06 16	12	6.6	200	6160	8.30
7092	39	Cyg	21 31.8	48 26	30	5.3	25	1070	8.44
7654	52	Cas	23 24.8	61 36	18	7.7	100	4660	7.76

ГАЛАКТИЧЕСКИЕ ШАРОВЫЕ СКОПЛЕНИЯ

NGC	М	Созв.	α (2000.0)	δ	d	m	r	$\log t$
5024	53	Com	13 ^h 12.9 ^m	18° 10'	16'	7.6	60000	9.69
5272	3	CVn	13 42.2	28 22	22	6.2	34100	9.36
5904	5	Ser	15 18.6	02 05	25	5.6	24600	9.53
6093	80	Sco	16 17.0	-22 58	7	7.3	32800	8.86
6121	4	Sco	16 23.6	-26 32	26	5.6	7200	8.82
6205	13	Her	16 41.7	36 28	21	5.8	25300	9.30
6218	12	Oph	16 47.2	-01 57	21	6.7	16100	9.02
6254	10	Oph	16 57.1	-04 06	22	6.6	14400	8.86
6273	19	Oph	17 02.6	-26 16	14	6.8	28500	9.34
6341	92	Her	17 17.1	43 08	30	6.4	26900	9.06
6402	14	Oph	17 37.6	-03 15	29	7.6	29100	9.36
6626	28	Sgr	18 24.5	-24 52	15	6.8	18700	9.08
6656	22	Sgr	18 36.4	-23 54	35	5.1	10500	9.22
6809	55	Sgr	19 40.0	-30 58	29	6.3	17700	9.31
7078	15	Peg	21 30.0	12 10	18	6.2	33800	9.35
7089	2	Aqr	21 33.5	-00 49	17	6.5	37700	9.32
7099	30	Cap	21 40.4	-23 11	16	7.2	26200	8.95

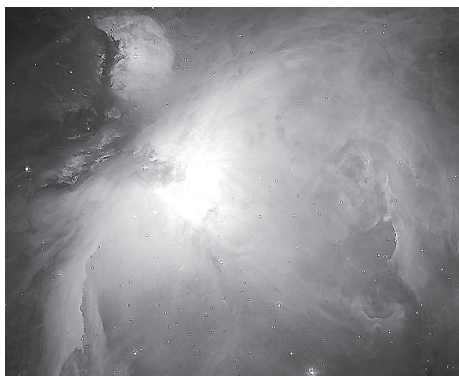
ЯРКИЕ ГАЛАКТИКИ

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

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

NGC	M	Созв.	α (2000.0)	δ	Тип	d	m	r
246		Cet	00 ^h 47.1 ^m	-11° 52'	П	4'	8.5	1300
1952	1	Tau	05 34.5	+22 01	П	6x4	8.4	6300
2392		Gem	07 29.2	+20 55	П	0.8	8.3	2900
6543		Dra	17 58.6	+66 38	П	0.4x0.3	8.1	3600
6826		Cyg	19 44.8	+50 32	П	0.4	8.8	3200
6853	27	Vul	19 59.6	+22 43	П	8x4	7.1	1000
7009		Aqr	21 04.2	-11 22	П	0.7	8.4	2900
7293		Aqr	22 29.6	-20 50	П	15x12	7.6	400
7662		And	23 25.9	+42 32	П	0.5	8.3	3900
IC 59		Cas	00 57.7	+61 05	Д	12x18	2.2	
1976	42	Ori	05 35.3	-05 23	Д	60x66	4.0	1500
2237-9		Mon	06 32.3	+05 03	Д	61x44		5500
2244		Mon	06 32.4	+04 52	Д	24	4.8	5500
2261		Mon	06 39.2	+08 45	Д	Var	Var	
2264		Mon	06 41.1	+09 53	Д	20	3,9	
6514	20	Sgr	18 02.0	-23 02	Д	27x29	8.5	3500
6523	8	Sgr	18 03.5	-24 23	Д	35x65	5.8	5100
6611	16	Sgr	18 18.5	-13 47	Д	28x35	6.0	5500
6618	17	Sgr	18 20.5	-16 11	Д	37x46	7.0	3000
7000		Cyg	20 58.8	+44 20	Д	100x120	1.3	1600
B33		Ori	05 40.9	-02 28	Т	6x4		1600
B72		Oph	17 23.0	-23 34	Т	20		
B92		Sgr	18 15.5	-18 11	Т	15		

Туманность M42 в Орионе является громадной областью звездообразования и содержит яркое рассеянное скопление звезд, называемое Трапецией. Состоит из свяжающегося газа, молодых горячих звезд и газовых струй, с высокими скоростями уносящих вещество из звезд. Волокна на рисунке это ударные волны - фронты, на которых быстро движущееся вещество сталкивается с газом. Размеры туманности Ориона примерно 40 св. лет, она находится на расстоянии 1500 св.лет от нас в том же самом спиральном рукаве Галактики, что и наше Солнце.



АЛЕКСАНДР ЯКОВЛЕВИЧ ОРЛОВ

М.Ю.Волянская, В.Г.Каретников, О.Е.Мандель

Член-корреспондент АН СССР (1927), действительный член АН УССР (1939), заслуженный деятель науки УССР (1951) Александр Яковлевич Орлов (6.04.1880–28.01.1954) был авторитетнейшим специалистом в области изучения колебаний широты и движения полюсов Земли, одним из создателей геодинамики – науки, которая изучает Землю как сложную физическую систему, находящуюся под воздействием внешних сил. А.Я.Орлов также был выдающимся гравиметристом, разработавшим новые методы гравиметрии и создавшим гравиметрические карты Украины, Европейской части России, Сибири и Алтая и связавший их в единую сеть.



Родился А.Я.Орлов в Смоленске в семье служителя культа. В 1894 году поступил в Воронежскую классическую гимназию, после окончания которой в 1898 году поступил в Петербургский университет на физико-математический факультет. Там он изучал астрономию под руководством известных ученых профессоров С.П.Глазенапа, А.М.Жда-

нова, приват-доцента А.А.Иванова, астронома Н.А.Тачалова. Летом 1901 года, будучи студентом университета, работал в Пулковской обсерватории. В 1902 году по окончании университета с дипломом первой степени был оставлен при университете для подготовки к профессорскому званию и командирован на стажировку за границу.

В 1903–1904 годах изучал в Сорбоннском университете (Франция) математику, механику, астрономию. Первую половину 1905 года провёл в Германии, где работал по геофизике, главным образом, по сейсмологии в Геттингене, а осенью 1905 года стажировался в Швеции. Вернувшись в конце 1905 года на родину, поступил на работу ассистентом в Астрономическую обсерваторию Юрьевского университета (ныне - Институт астрофизики и физики атмосферы Академии наук Эстонии в г. Тарту, ранее – г. Юрьев).

В 1907 году был назначен на должность вычислителя Пулковской обсерватории, где вел наблюдения звезд на большом зенит-телескопе с целью изучения колебаний полюса, а в 1908 году был избран астрономом-наблюдателем Астрономической обсерватории Юрьевского университета, где занимался исследованиями деформаций земного шара под действием лунного притяжения.

В 1910 году А.Я.Орловым в Петербургском университете была защищена магистерская диссертация, и в том же году он был избран членом Постоянной Сейсмической комиссии при Российской Академии наук. Комиссия же командировала А.Я.Орлова на проходивший в 1911 году Меж-

дународный сейсмологический съезд в Манчестере (Англия). Здесь А.Я.Орлов был избран членом Международного Комитета по изучению деформаций Земли и в том же году посетил Йеркскую обсерваторию в США для изучения фотографий комет.

В 1912 году А.Я.Орлов участвовал в экспедиции в Западную Сибирь по рекам Иртыш, Обь и Бия от Тобольска до Бийска. Целью экспедиции было измерение силы тяжести в разных пунктах Сибири. В том же 1912 году по поручению Международного Сейсмического бюро он организует строительство гравиметрической станции в Томске, где уже с 1913 года начались наблюдения с горизонтальными маятниками над лунным притяжением.

В 1912 году в жизни А.Я.Орлова наступает новый этап - он был приглашен на должность заведующего кафедрой астрономии и директора Астрономической обсерватории Императорского Новороссийского (ныне Одесского национального) университета, и последующие годы жизни и деятельности А.Я.Орлова связаны с Одессой. Здесь полностью раскрылся его талант ученого и организатора. С этого момента основная деятельность А.Я.Орлова проходит на Украине, где он был директором шести обсерваторий, две из которых (Полтавскую гравиметрическую и Главную астрономическую АН УССР) он же и основал.

В Одесский период своей жизни, продолжавшийся 22 года с декабря 1912 по февраль 1934 года, А.Я.Орлов оставил значимый след и в деле подготовки астрономических кадров, и в науке, как директор обсерватории, которая стала при нем мощным научным учреждением не только всеукраинского, но можно сказать, всесоюзного значения. Это явилось результатом его огромных по трудоемкости и значимости исследований и в Украине, и в России, и в Сибири.

В качестве заведующего кафедрой астрономии университета А.Я.Орлов проработал 8 лет, с 1912 по 1920 год. В 1920 году произошла ликвидация Новороссийского университета и раздробление его на множество институтов. Однако А.Я.Орлов за столь короткий период своей преподавательской деятельности в университете успел подготовить таких видных ученых как З.Н.Аксентьева, В.А.Альбицкий, И.И.Витковский, И.А.Дюков, В.С.Жардецкий, Д.В.Пясковский, Н.М.Стойко, Н.В.Циммерман, написать и издать учебники: «Лекции по сферической астрономии» и «Курс теоретической астрономии».

А.Я.Орлов оказал благотворное влияние и на приезжавших в Одесу на летние наблюдения петроградских студентов В.П.Цесевича и В.В.Шаронова, ставших впоследствии видными учеными, а В.П.Цесевич в 1944-1983 годах был заведующим кафедрой астрономии и директором Астрономической обсерватории Одесского государственного (ныне национального) университета.

В 1913 году А.Я.Орлов провел в Одесской астрономической обсерватории большую реорганизационную работу, проявив при этом качества мудрого руководителя. Одесская обсерватория, созданная героическими усилиями А.К.Кононовича при почти полном отсутствии средств, пребывала в то время в тяжелом состоянии. А.К.Кононович, который тяжело болел в последние годы жизни, не мог уделять столько внимания делам

обсерватории, как раньше. Научные интересы А.К.Кононовича лежали в области астрофизики, и деятельность обсерватории развивалась в астрофизическом направлении. После смерти А.К.Кононовича в 1910 году руководство обсерваторией было поручено профессору физики М.П.Кастерину, который и без того был загружен своей работой и обсерватории не уделял должного внимания.

Сознавая перспективность астрофизических исследований, А.Я.Орлов не стал ущемлять прежние направления работ, однако, будучи заинтересованным в развитии астрометрических исследований, добился увеличения штата, пригласил на работу в обсерватории выпускников Новороссийского университета, ставших впоследствии известными учеными Н.М.Ляпина, М.В.Васнецова, оставил при кафедре астрономии окончившего университет Н.В.Циммермана, известного в будущем астрометристом, а потом и Д.В.Пясковского, впоследствии профессора Киевского университета.

А.Я.Орлов основал в обсерватории Научную библиотеку и организовал обработку больших рядов наблюдений, накопленных в обсерватории. В частности, был обработан 18-летний ряд наблюдений солнечных пятен, причем разработан особый метод вычислений, давший надежные результаты. Из этих наблюдений были определены элементы солнечного экватора и изучено движение пятен по широте. Следует отметить, что А.Я.Орлова отличала тщательная подготовка при организации наблюдений и такая же тщательная и без задержек их обработка.

Большое внимание А.Я.Орлов уделил приведению в порядок инструментального парка обсерватории и особенно восстановлению мери-



Директор обсерватории А. Я. Орлов с выпускниками Новороссийского университета (осень 1916(?) года). Слева направо: В.А.Альбицкий, А.М.Рыбаков, Д.В.Пясковский, Н.М.Ляпин, А.Я.Орлов, И.И.Витковский, В.С.Жардецкий, Н.Н.Донич, Н.М.Стойко-Радиленко.

дианного круга Репсольда, который был изготовлен в 1862 году (получен обсерваторией в 1871 году) и который не использовался более 30 лет. К работам по восстановлению круга был привлечен талантливый университетский механик И.А.Тимченко, который выполнил их с величайшим тщанием и изобретательностью. В результате меридианный телескоп стал одним из лучших инструментов такого типа в стране и находится в рабочем состоянии до сих пор.

А.Я.Орлову надо было привести в порядок и само здание обсерватории и прилегающую территорию. На все это требовались деньги. А.Я.Орлову удалось убедить в необходимости модернизации Одесской обсерватории чиновников Департамента науки, и некоторые скромные средства были отпущены и разумно использованы. Было перестроено здание обсерватории, которое приобрело законченный архитектурный облик, сооружена художественная ограда вокруг обсерватории. На реконструкцию в Англию был отправлен рефрактор Кука, приобретенный обсерваторией в 1886 году.

Большая занятость в качестве директора обсерватории и профессора университета не помешала А.Я.Орлову продолжать научные исследования. В 1915 году им был завершен капитальный труд и защищена в Петроградском университете докторская диссертация на тему: «Результаты наблюдений над лунно-солнечными деформации Земли». Эта работа изобилует оригинальными и ценными соображениями о перспективах и методах исследований, в ней дан разработанный А.Я.Орловым новый универсальный способ обработки наблюдений с помощью гармонического анализа. Свой метод он применил впоследствии и для исследований ряда переменных звезд. Продолжая гравиметрические исследования, А.Я.Орлов в 1916 и 1917 годах совершил две экспедиции на Алтай, где определил величину ускорения силы тяжести в 9 пунктах.

В этот период А.Я.Орлов – признанный лидер астрономических и геофизических исследований на Украине. Неудивительно, что в это время он был приглашен и зачислен на должности профессора и директора Астрономической обсерватории Киевского университета (к сожалению, более подробной информации о его работе в Киевском университете не сохранилось), а в 1920 году А.Я.Орлов избирается ординарным академиком созданной В.И.Вернадским Украинской Академии наук (УАН).

А.Я.Орлов не был кабинетным ученым, он живо интересовался проблемами города, в котором жил и работал. В то время настоящей бедой для Одессы были оползни, которые приносили большой вред прибрежной части города. А.Я.Орлов активно включился в работу комиссии по борьбе с оползнями, и уже в марте 1913 года им был сделан доклад в Постоянной Центральной сейсмической комиссии «О борьбе с оползнями в Одессе». В рамках этой работы под руководством А.Я.Орлова были выполнены нивелировочные измерения на побережье Одессы. И в дальнейшем А.Я.Орлов принимал деятельное участие в решении насущных практических задач.

При ликвидации Новороссийского университета (была упразднена и кафедра астрономии) Астрономическая обсерватория была признана самостоятельным учреждением под название Одесская государственная астрономи-

ческая обсерватория Наркомата просвещения Украины. Это явилось результатом того, что обсерватория давно переросла рамки подразделения университета и, тем более, подразделения какого-либо из учебных институтов, на которые был разделен Новороссийский университет. И обсерватория сразу же включилась в выполнение важных государственных задач.

Для восстановления хозяйства, разрушенного в период мировой и гражданской войн и интервенции, в условиях международной изоляции требовалась организация астрономических изданий, проведение астрономо-геодезических работ. А.Я.Орлов для Военно-морского ведомства организует восстановление геодезической сети от Днестра до Днепра, предпринимает издание «Астрономического календаря» (1919-1923), а затем и «Морского астрономического ежегодника» (1921–1924), крайне необходимого для восстанавливающегося флота на Черном море. Как продолжение изданных ранее «Трудов Астрономической обсерватории Новороссийского университета» (1914-1915), А.Я.Орлов начинает издавать «Циркуляр Одесской астрономической обсерватории» (1921-1927). Но, как всякого большого ученого, А.Я.Орлова все больше занимают глобальные проблемы, связанные с движением полюсов и приливными деформациями Земли, для изучения которых необходима сеть станций и обсерваторий.

Понимая необходимость развития астрономических исследований в Украине, академик УАН А.Я.Орлов предпринимает действия по объединению исследований и выдвигает идею создания в Украине Центральной астрономической обсерватории в районе Канева и создает при Украинской академии наук Астрономическое вычислительное бюро. Однако вскоре, без ведома А.Я.Орлова, Президиум УАН это бюро ликвидирует и А.Я.Орлов в знак протеста объявляет (1921 год) о своем выходе из УАН. После годичных проволочек и разбирательств, в 1922 году, его заявление о выходе из УАН было удовлетворено.

Однако А.Я.Орлов не оставляет мысли о создании центральной на Украине обсерватории и в 1921 году направляет в Наркомпрос Украины ряд писем о превращении Одесской государственной астрономической обсерватории в Главную государственную астрономическую обсерваторию Украины. Ему удается получить нужное решение, бланк, печать и начать работу Главной обсерватории, которая, видимо, была недолгой (в Одесском областном государственном архиве – ООГА, Фонд Р-1395, Оп.1, №97, 1921 год, - сохранилось только несколько документов за подписью А.Я.Орлова с отпечатками этой печати).

А.Я.Орлов старался не только подготовить необходимые научные кадры, но и привлекал к работе в обсерватории уже хорошо зарекомендовавших себя молодых ученых. В бытность его директорства в обсерватории стали работать И.Д.Андронов, известный геодезист, Н.М.Михальский, небесный механик, Б.В.Новопашенный, видный астрометрист. Во время директорства А.Я.Орлова в Одессе собирались многие видные астрономы и астрономы-любители, а также многие из ученых, которые раньше окончили Новороссийский университет, например, А.П.Ганский, Н.Н.Донич. Несомненно, внимательному отношению к любителям аст-

рономии А.Я.Орлова мы обязаны и появлением в науке крупнейшего физика и астрофизика XX века Г.А.Гамова, некоторое время работавшего у него вычислителем, а также академика В.П.Глушко, в те годы одесского любителя астрономии, посещавшего астрономическую обсерваторию, и многих других ученых. Отметим, что А.Я.Орлов был первым председателем совета Одесского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО).

В 1922 и 1924 годах А.Я.Орлов осуществил в чрезвычайно трудных условиях поездки в Томск и Иркутск и привез оттуда в Одессу гравиметрическое оборудование. Напоминаем, что с 1913 года в Томске работала организованная А.Я.Орловым гравиметрическая станция. В Одессе им был определен гравиметрический пункт, вошедший в международные каталоги, установлен фундаментальный репер высшего, «нулевого» класса, используемый до настоящего времени экспедициями научных судов.

В 1924 году, во время его директорства в Одесской астрономической обсерватории, А.Я.Орлов избирается также деканом геодезического факультета Военно-Инженерной Академии в Москве и в том же 1924 году им организовано гравиметрическое изучение района Московской аномальной станции, которое с успехом было закончено в следующем году под непосредственным руководством А.Я.Орлова. В 1924 году Сейсмическая комиссия Академии наук СССР вновь поручила А.Я.Орлову руководство наблюдениями в СССР над деформациями Земли.

В 1922–1928 годах А.Я.Орлов провел работы по изучению приливов в Черном море, по изучению влияния Луны на скорость и направление ветра. Измерения проводились в Одессе, Севастополе, Потти. Исследования А.Я.Орлова установили, что даже в этом, практически замкнутом водоеме, каким является Черное море, существует приливная волна с амплитудой 33 мм с погрешностью 1 мм. Начальная фаза определена с погрешностью всего 3 градуса. Таким образом, колебания уровня моря достигают у берегов Одессы 6 см. Это убедило Орлова в нерациональности создания в Одессе континентальной земно-приливной гравиметрической станции, ибо на маятники будет воздействовать реально существующий морской прилив. В связи с этим в 1924 году он выдвигает предложение о создании гравиметрической обсерватории в Полтаве и проведении гравиметрической съемки Украины.

Полтавская гравиметрическая обсерватория была основана А.Я.Орловым в 1926 году для всестороннего изучения силы тяжести и для наблюдений широты на зенит-телескопе. Она была оснащена первоклассными приборами и обеспечена научными кадрами. Осенью 1926 года по поручению Академии наук СССР А.Я.Орлов ездил в Нижний Новгород для выбора места для академической гравиметрической станции. Как результат его научных заслуг в 1927 году директор Одесской астрономической и Полтавской гравиметрической обсерваторий А.Я.Орлов избирается членом-корреспондентом АН СССР. В 1928 году он избран почетным членом Общества любителей естествознания в Москве. Директором Полтавской обсерватории А.Я.Орлов был в 1926-1934 и в 1938-1951 годах с промежутком, когда он работал в Москве.

В 1934 году заканчивается чрезвычайно плодотворный одесский период жизни и деятельности А.Я.Орлова его отъездом в Москву, где он стал работать в Государственном астрономическом институте имени П.К.Штернберга (ГАИШ) Московского университета. Здесь он организовал гравиметрическое отделение ГАИШ (в Кучино) и стал его заведующим. В 1936 году он избран членом Международной широтной комиссии. В 1937 году назначен астрономом Московского геодезического института и в том же году избран членом Правления Московского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества (МОВАГО).

В октябре 1938 года А.Я.Орлов вернулся на Украину и был утвержден директором Полтавской гравиметрической обсерватории. В этом же году он обращается с письмом в Президиум Академии наук УССР о необходимости создания вблизи Киева академической центральной обсерватории. Решение о создании таковой было принято и А.Я.Орлову было предложено разработать научную программу. В результате этих действий был образован Украинский астрономический комитет и выделены значительные средства на приобретение инструментов и научные исследования.

Эта деятельность привела к тому, что в 1939 году А.Я.Орлов был избран действительным членом Академии наук УССР (повторно) и ему было поручено возглавить также Карпатскую обсерваторию (1939-1941 годы). Тогда же А.Я.Орлов (1941 год) осуществил поездку на Дальний Восток (Благовещенск) для организации Дальневосточной широтной станции, проект которой он предложил еще в 1932 году.

Строительству академической обсерватории АН УССР в Киеве помешала война, но уже в 1943 году, сразу после освобождения Киева, А.Я.Орлов вернулся к вопросам строительства обсерватории, и в 1944 году он был назначен директором Главной астрономической (Голосеевской) обсерватории АН УССР, которую возглавлял до 1948 года, а потом в 1950–1951 годах.

Результаты широтных наблюдений А.Я.Орлова изложены в книге «Служба широты», изданной в 1958 году, а в 1961 году были опубликованы «Избранные труды» А.Я.Орлова в трех томах. Регулярно, в городах, где работал А.Я.Орлов, раз в 6 лет проводятся научные конференции – так называемые «Орловские чтения». Первые чтения были проведены в год 100-летия со дня рождения А.Я.Орлова, третьи чтения были проведены в Одессе в 1992 году.

Все, что мы знаем об Александре Яковлевиче Орлове, руководителе одесской астрономии в 1912-1934 годах, годах проведения огромных и весьма трудоемких работ не только в нашем университете и обсерватории, но и в России, и на Украине, говорит о необычайно разностороннем, активном, целеустремленном и работоспособном человеке, который был легким на подъем и основал много новых и перспективных научных направлений. Это была Личность, которая не боялась ради науки пожертвовать и должностью, и званием академика УАН, и другими преимуществами. Результаты его трудов значительны, и благодарность за это ему бесконечна.

А.Я.Орлов был женат, имел шестеро детей. Имеются сведения, что он был в родстве с известным семейством Витте.

УКРАИНСКАЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ШКОЛА А.Я.ОРЛОВА

Я.С.Яцкив

1. Введение

В конце прошлого века начался новый этап в изучении Земли как сложной динамической системы, реагирующей на внешние и внутренние воздействия. Стало ясно, что такие наблюдаемые явления как изменения широты и приливные деформации Земли могут служить средством для определения общих механических свойств нашей планеты и проверки моделей ее внутреннего строения. Среди ученых, которые впервые реально оценили такую возможность, был Орлов Александр Яковлевич (Е.П.Федоров, 1980).

О жизни и творческом наследии А.Я.Орлова написано несколько обстоятельных статей (см. З.Н.Аксентьева, 1961, сб. «Геодинамика и астрометрия», Киев, 1980; Труды Орловских конференций 1980, 1986 и 1992 годов). Здесь же мы еще раз напомним некоторые сведения из биографии А.Я.Орлова, чтобы читатель смог убедиться в том, насколько велико и многообразно творческое наследие этого видного ученого, в котором явно просматривается одно приоритетное направление – изучение Земли как планеты методами астрономии, геодезии и геофизики. Это комплексное направление в науке о Земле уже после смерти А.Я.Орлова получило название глобальной геодинамики.

Итак, А.Я.Орлов в 1909 году стал заведовать Юрьевской сейсмической станцией и выполнил свои первые исследования приливных деформаций Земли. В 1910 году защитил магистерскую диссертацию на тему “Первый ряд наблюдений с горизонтальными маятниками в Юрьеве над деформациями Земли под влиянием лунного притяжения”. Уже в следующем году он сделал доклад на Международном сейсмологическом съезде (г. Манчестер) о наблюдениях земных приливов и организовал создание станции для наблюдений приливных изменений силы тяжести в г. Томске. В 1915 году защитил докторскую диссертацию на тему “Результаты юрьевских, томских и потсдамских наблюдений над лунно-солнечными деформациями Земли” в Санкт-Петербургском университете. Свои первые работы по изучению изменений широты и движения полюса выполнил в 1923-1924 годах и опубликовал их в Циркулярах Одесской астрономической обсерватории. А в 1924 году участвовал в выборе места для Иркутской широтной станции и организации там широтных наблюдений.

В 1925 году А.Я.Орлов ввел новое определение средней широты и выполнил гармонический анализ изменений широты в Казани, Карлофорте и Гринвиче. А затем выступил на Всесоюзной конференции в Пулкове с докладом “Проект службы широты на параллели 49°36’”, который предусматривал организацию на параллели Полтавы еще двух станций – в Благовещенске и Виннипеге (Канада) (1932 год). Для реализации этого предложения в 1941 году выезжал на Дальний Восток с целью организации Дальневосточной широтной станции.

На 7-м съезде Международного астрономического союза в Цюрихе (1948 год) А.Я.Орлов внес предложение о применении нового определения среднего полюса эпохи и вскоре 10-я астрономическая конференция СССР, проходившая в 1952 году, одобрила его план создания Советской службы широты.

А.Я.Орлов написал сравнительно небольшое количество (140) научных статей, так как к печатному слову относился чрезвычайно ответственно. Благодаря этому его научные труды отличаются новизной и оригинальностью подхода к решению актуальных во времена А.Я.Орлова задач сейсмологии, астрономии и геофизики. Они вызывали оживленную дискуссию и, что самое главное, стимулировали постановку новых теоретических и экспериментальных исследований, в том числе создание новых станций для наблюдений изменчивости широты и земных приливов. Высказанные А.Я.Орловым идеи получили дальнейшее развитие в трудах его учеников (Н.М.Стойко, И.И.Витковский, З.Н.Аксентьева, Н.А.Попов, Е.П.Федоров и др.). Некоторые из этих идей сохраняют свою актуальность до сих пор, что мы попытаемся проиллюстрировать на отдельных примерах из проблемы изменчивости широты и движения полюсов Земли.

2. Определение понятий «средняя широта» и «средний полюс эпохи»

Приступив к исследованиям изменчивости широты и движения полюсов Земли, А.Я.Орлов уже имел большой опыт применения гармонического анализа к изучению земных приливов. Поэтому он четко различал три различных понятия:

- начальная широта – некоторое произвольное значение широты, вычитаемое из наблюдаемых широт;
- среднеарифметическая широта – среднее арифметическое значение из всех широт, наблюдаемых за некоторый промежуток времени;
- средняя широта – среднее для данного момента значение широты, равное такому ее значению, которое она имела бы, если бы не было ее периодических изменений.

В одной из своих первых работ по изучению изменчивости широты (А.Orloff, 1925) А.Я.Орлов предложил вычислять среднюю широту для момента $T_m = t + 7.5$ по следующей простой формуле

$$\psi_m = 1/20 \sum_{t=0}^4 (\varphi_t + \varphi_{t+5} + \varphi_{t+6} + \varphi_{t+11}), \quad (1)$$

где время t выражается в десятых долях года. Он отмечает, что «изменения j_m , если таковые существуют, зависят только от медленных изменений широты, так как годовая, полугодовая и четырнадцатимесячная составляющие исключаются» (А.Orloff, 1925, с. 8).

А.Я.Орлов понимал, что практическая реализация определения «средняя широта» есть задача *трудная*, поскольку «законы изменения широты известны лишь приближенно» (А.Я.Орлов, 1958, с. 10). Однако он полагает, что «для небольших промежутков времени, например, не более, как

в полтора года, эти законы можно выразить с достаточной для определения средней широты точностью суммой двух гармонических составляющих с периодами 1 и 1.2 года» (А.Я.Орлов, 1958, с. 10).

Данное А.Я.Орловым определение средней широты широко обсуждалось и были предложены более громоздкие по сравнению с (1) формулы (фильтры) для её определения, имевшие целью более точно учесть особенности колебания с периодом 1.2 года и наличие в спектре изменений широт других колебаний (см. P.Melchior, 1957, В.Н.Сахаров, 1957).

Как отметил Е.П.Федоров «обсуждению подвергалось не определение средней широты, а только способ ее вычисления, предложенный А.Я.Орловым» (Е.П.Федоров, 1980, с. 15). Все же этот способ оказался практически наиболее удобным и достаточно совершенным. Он широко применялся в практике работ Советской службы широты и некоторых зарубежных центров анализа широтных наблюдений. А.Я.Орлов считал, что «ошибка Центрального бюро в том и заключается, что оно не учитывает непрерывных изменений средних широт международных станций» (А.Я.Орлов, 1958, с. 13) и относит свои результаты не к «среднему полюсу эпохи», а к различным началам отсчета.

По аналогии с определением средней широты, А.Я.Орлов называет «средним полюсом» в данный момент такое его положение, «которое он занимал бы в этот момент, если бы не было его периодических колебаний». А.Я.Орлов понимал, что это определение «среднего полюса» справедливо только в том случае, если вековое движение полюса пренебрежимо мало.

3. О медленных изменениях широты и вековом движении полюса

А.Я.Орлов придавал особое значение исследованию природы обнаруженных им медленных изменений широты. Он предпринял ряд попыток поиска в этих изменениях определенных закономерностей, в частности четырехлетней волны (A.Orloff, 1925) и векового движения полюса, в существовании которого не сомневался, так как «различные геологические и геофизические процессы должны менять положение осей инерции Земли и вызывать вековое перемещение ее оси вращения» (А.Я.Орлов, 1954, с. 14).

Тот факт, что таковое не было с уверенностью обнаружено, А.Я.Орлов объяснял двояким образом:

– «или тем, что оно, будучи, несомненно, весьма малым, маскируется большими изменениями широты неполярного происхождения;

– или же, что мне кажется более вероятным, тем, что наблюдения широты организованы так, что они не дают безупречного материала для изучения вековых вариаций широты» (А.Я.Орлов, 1958, с. 14).

Самым убедительным доказательством первого обстоятельства, а именно наличия больших неполярных изменений средней широты, А.Я.Орлов считал различия широт близких между собой по долготе обсерваторий (Пулково и Карлофорте, Цинциннати и Гейтерсбург и др.).

Он вычислил разности средних широт станций Гейтерсбург и Цинциннати, а также сумму средних широт станций Чарджуй и Юкайя, которые свободны от влияния движения полюса. Полученные результаты позволили ему заключить, что «замеченные везде медленные изменения широты

имеют неполярное происхождение и должны быть *при определении координат полюса* предварительно исключены» (А.Я.Орлов, 1958, с. 15). Мы выделили слова "*при определении координат полюса*", чтобы, следуя А.Я.Орлову, подчеркнуть, что "нельзя утверждать, что среди медленных изменений широты нет составляющей, зависящей от движения полюса". Для окончательного ответа на этот вопрос нужно, чтобы "в Америке и Азии было три широтные станции, долготы которых отличались бы попарно возможно меньше чем на 180 град." (А.Я.Орлов, 1958, с. 67, 309).

Со времени А.Я.Орлова мнения учёных по вопросу о вековом движении полюса чётко разделились. Одни считают, что это движение реально существует и происходит со скоростью около 0.004"/год в направлении 60-70 град. западной долготы. Другие объясняют этот результат влиянием больших неучтённых изменений средних широт обсерваторий неполярного происхождения, в частности Юкайи. Одни и другие считают необходимым учёт влияния неточности систем склонений и собственных движений звезд на результаты определения векового и долгопериодического движений полюса. Поэтому особые надежды возлагались на окончательную обработку рядов наблюдений времени и широты в системе HIPPARCOS, принятую рабочей группой под руководством Я.Вондрака.

Опубликованные недавно результаты этой обработки подтвердили наличие векового движения полюса со скоростью 0.00339"/год в направлении 78.5 град. западной долготы (J.Vondrak et al., 1998). И все же внимательный анализ этой работы не может не вызывать сомнения в достоверности такого результата: имеется большой разброс линейных трендов широты для различных инструментов одной и той же обсерватории или близких по долготе обсерваторий.

И здесь мы снова хотим обратиться к А.Я.Орлову: "Но если бы даже удалось установить единство системы склонения звезд, то неизбежные и притом очень значительные изменения цены оборота микрометра представят новую, едва ли устранимую трудность для безупречной связи старых серий наблюдений одну с другой" (А.Я.Орлов, 1958, с. 276) и, следовательно, для надёжного определения векового движения полюса.

Автору этих строк, принадлежащему к геодинамической школе А.Я.Орлова, представляется, что окончательного ответа на вопрос о величине и направлении векового движения полюса ещё не дано.

4. Чандлерово движение полюса

В 1924-1925 годах А.Я.Орлов предпринял серию исследований Чандлерова движения полюса с целью проверки постоянства его периода и наличия других колебаний в рассматриваемой полосе частот (А.Я.Орлов, 1924; А.Я.Орлов, 1925). Поводом послужило предположение С.Чандлера о том, что в движении полюса, кроме четырнадцатимесячной существует ещё пятнадцатимесячная волна. Тщательно изучив изменения широт ряда обсерваторий, А.Я.Орлов приходит к выводу, что предположение известного американского астронома кажется подтвержденным и можно ожидать, что наблюдения последующих лет определенно покажут, до какой степени изменчивость этого периода может быть вынужденной (Orlov A., 1925, p. 30).

Позже он обращает внимание на то, что кажущееся изменение периода Чандлера обусловлено тем, что «свободные колебания оси вращения Земли соединяются с вынужденным годовым её движением ... есть указание и на возможность существования в движении полюса членов с другими периодами. Между тем этот период зависит только от физических свойств Земли, которые едва ли изменились за короткий возраст человеческой науки и его, по самому существу дела, надо считать постоянным» (А.Я.Орлов, 1961, Избранные Труды. – т. 1. – с. 338).

Это противоречие между теоретическим предсказанием и результатами наблюдений не даёт покоя А.Я.Орлову. Он несколько раз возвращается к анализу наблюдений широты, которые как будто бы подтверждают, что «период T не остаётся постоянным, а он возрастает с амплитудой» (А.Я.Орлов, 1958, с. 342). И всё же, А.Я.Орлов приходит к выводу, что «определяемые из наблюдений значения T получаются различными только вследствие разных толчков и возмущений ...» (А.Я.Орлов, 1958, с. 345). Другими словами, на принятом сегодня языке он говорит о нестационарности процесса возбуждения Чандлерова движения полюса и трудности определения истинного значения его периода.

Со времени А.Я.Орлова этой актуальной и до сих пор нерешённой проблеме посвящено множество работ (см., например, обзор в Yatskiv Ya., 1996).

ЛИТЕРАТУРА

Аксентьева З.Н., (1961), Очерк жизни и творчества А.Я.Орлова (1880-1954), в кн. “Избранные труды А.Я.Орлова”, т.1. с.7-37.

Сб. “Геодинамика и астрометрия”, Сб. статей, посвященный 100-летию со дня рождения А.Я.Орлова, 1980, Наукова думка, Киев, с.166.

“Изучение Земли как планеты методами астрономии, геодезии и геофизики”. Труды I, II и III Орловских конференций. Наукова думка, Киев, 1982. 1988, 1994.

Орлов А.Я., (1924), О формуле О.А.Баклунда для периода Чандлера, Циркуляр Одесской астрономической обсерватории, N 9, Одесса, с.1-2.

Орлов А.Я., (1958), Служба широты. Изд-во АН СССР, Москва, с.126.

Орлов А.Я., (1961), Избранные труды в трёх томах, Изд-во АН УССР, Киев.

Сахаров В.И., (1957), О преимуществах формулы А.Я.Орлова для определения средней широты. В кн. Труды 12-ой астрометрической конференции СССР. Изд-во АН СССР, Ленинград, с. 314-320.

Федоров Е.П., (1980), А.Я.Орлов: жизнь, творчество, научное наследие. В сб. “Геодинамика и астрометрия”, Наукова думка, Киев, с. 7 – 24.

Melchior P., (1957), Sur la fluctuation des latitudes moyennes des stations du service des latitudes et la methode d’Orlov. Bull. geod.. 46, p.22-27.

Orloff A., (1925), Harmonic Analysis of the Latitude observations, I. Kazan, Carloforte, Greenwich. Odessa astronomical observatory, Gublitt, Odessa. p.31.

Yatskiv Ya.S., (1996), On the excitation of the Chandler wobble. “Artificial satellites, No 28, Warszawa. p.191-199.

РАБОТЫ А.Я.ОРЛОВА ПО ГРАВИМЕТРИИ

И.А.Дычко

Среди многообразных научных интересов А.Я.Орлова, в которых он показал себя крупным специалистом и внес в изучение соответствующих проблем свой значительный вклад, несомненно, ведущее место занимает гравиметрия, и в частности изучение земных приливов (приливных изменений силы тяжести по величине и направлению) и движение земных полюсов. Эти два направления, экспериментальной базой которых являлись до недавнего времени совершенно различные по методике наблюдения (в первом случае высокоточные гравиметрические и наклономерные, а во втором – чистая астрометрия), в теоретическом плане служат одной цели – определению упругих свойств и особенностей внутреннего строения Земли. О значимости этих направлений в научном творчестве А.Я.Орлова свидетельствует, в частности, тематика научной деятельности основанной им Полтавской гравиметрической обсерватории. Одновременно с важной народнохозяйственной задачей – созданием гравиметрической карты Украины – интеллектуальный потенциал этого научного учреждения был мобилизован на решение двух отмеченных выше проблем.

Гравиметрические связи. Гравиметрическая карта Украины.

В 1911 году А.Я.Орлов представил Русскому астрономическому обществу план работ по определению силы тяжести в Сибири с целью изучения изостазии. Предполагалось выполнить наблюдения в Западно-Сибирской низменности и в Горном Алтае, двух соседних регионах, радикально отличающихся в геолого-тектоническом отношении. Гравиметрическая экспедиция, направленная Русским астрономическим обществом в Западную Сибирь по инициативе А.Я.Орлова и при его активнейшем участии, состоялась в 1912 году (А.Я.Орлов, 1914). В 1916 – 1917 годах гравиметрические связи были проведены в Горном Алтае (А.Я.Орлов, 1935). В тяжелых условиях Сибири экспедиции, состоявшие из двух-трех человек, определили 16 гравиметрических пунктов, отстоящих друг от друга на тысячи километров.

Уже в этих работах А.Я.Орлов внес значительные усовершенствования в методику гравиметрических наблюдений с маятниками. Так, в алтайской экспедиции применялись специальные часы, изготовленные под его руководством одесским механиком И.А.Тимченко. Впоследствии при гравиметрических определениях на Украине по чертежам А.Я.Орлова механиком Гамбургской морской обсерватории Бреккингом был изготовлен оптический счетчик, получивший затем широкое распространение в гравиметрических наблюдениях.

В 1924 году в Харькове проходил съезд по изучению естественных производительных сил Украины. К этому времени уже имелось четкое представление о роли гравиметрических данных в поисках полезных ископаемых. Но на Украине тогда было определено всего 11 гравиметри-

ческих пунктов, из них 4 с помощью маятников Репсольда с невысокой точностью. Присутствовавший на съезде А.Я.Орлов предложил проект площадной гравиметрической съемки всей территории республики. Для выполнения этих работ при Украинской главной палате мер и весов в 1926 году была организована Полтавская гравиметрическая обсерватория. Причиной, по которой местом для обсерватории была выбрана Полтава, послужили два обстоятельства: во-первых, в Полтаве имелись глубокие погреба, постройку которых относят еще к XVIII столетию и в которых можно было организовать гравиметрические наблюдения, во-вторых, на широте Полтавы в зените кульминируют две яркие звезды α Персея и η Большой Медведицы, весьма удобные для систематических широтных наблюдений, то есть изучения движения полюсов Земли.

Таким образом, перед коллективом обсерватории впервые была поставлена задача покрыть обширную территорию (более 600 тыс. кв. км) густой сетью гравиметрических пунктов. Гравиметрическую съемку Украины, которая выполнялась методом относительных маятниковых определений, необходимо было начать с учреждения опорного гравиметрического пункта. Естественно, что таким пунктом была выбрана Полтава. Поскольку вся Европейская гравиметрическая сеть была получена относительно Потсдама (в Потсдамской системе), необходимо было выполнить связь Полтавы с этим пунктом, а также с основными гравиметрическими пунктами СССР, связанными ранее с Потсдамом. Эти работы проводились параллельно с гравиметрической съемкой Украины. С 1926 по 1933 годы были осуществлены гравиметрические связи Полтавской гравиметрической обсерватории – шесть раз с Одессой, по три раза с Пулковом и Москвой, по два раза с Казанью и Тбилиси, четыре раза с Ленинградом (Главная палата мер и весов, ныне ВНИИМ), а в 1927 году обсерватория была связана также и с Потсдамом.

Относительные определения силы тяжести с помощью маятников – весьма трудоемкая работа. Достаточно сказать, что для получения уверенного значения разницы ускорения силы тяжести качания маятников в одном пункте наблюдались в течение суток. В некоторых пунктах была предусмотрена двухсуточная программа наблюдений. При малочисленном штате Полтавской гравиметрической обсерватории в 1926-1938 годах под руководством А.Я.Орлова была выполнена огромная работа. Ежегодно в ней принимало участие несколько экспедиций, которые сменяли друг друга или вели наблюдения параллельно. Всего было проведено 42 экспедиции, в которых использовались маятники Штюкрата и Штернека. Экспедиционное оборудование (маятники, счетчики, хронометры, барометры, радиостанция и другое) перевозилось из одного пункта в другой обыкновенным крестьянским возом, часто по бездорожью, в глухих удаленных от железной дороги уголках Украины [1].

Кроме этих трудностей следует учитывать тяжелую морально-политическую обстановку, сложившуюся в тридцатые годы прошлого столетия. Поэтому с благодарностью следует вспомнить без преувеличения героическую работу участников экспедиции, их имена заслужива-

ют доброй памяти. Под руководством А.Я.Орлова в экспедициях принимали участие З.Н.Аксентьева, Т.А.Буй, В.В.Гуссова, В.А.Елистратова, Е.В.Лаврентьева, Н.К.Мигаль, П.И.Михайловский, Н.А.Попов, а также работники других учреждений И.А.Дюков, А.С.Козаков, Б.В.Новопашенный, А.Р.Орбинский.

Опасаясь быть репрессированным, А.Я.Орлов вынужден был временно оставить Полтаву. В 1934-1938 годах он работал в Государственном астрономическом институте им. П.К.Штернберга и в Геодезическом институте в Москве. По этой же причине из Полтавской обсерватории уволились ближайшие помощники А.Я.Орлова и многолетние сотрудницы Полтавской обсерватории З.Н.Аксентьева и Е.В.Лаврентьева, которые в 1934-1938 годах работали на магнитной станции в Кучино под Москвой. Все эти обстоятельства надо учитывать, чтобы понять, почему в самый разгар ежовщины, в 1937 году не было выполнено ни одной гравиметрической связи, а в 1938 году их было только 9.

В том же 1938 году А.Я.Орлов по приглашению АН УССР вновь возглавил Полтавскую гравиметрическую обсерваторию и вскоре принял решение о завершении работ по гравиметрическим связям и составлению карты гравиметрических аномалий Украины. Несмотря на все трудности, с 1926 по 1938 годы было определено около 500 гравиметрических пунктов. Карта была передана в распоряжение геологических организаций для последующего уточнения и использования в практической работе. Известна, например, существенная роль гравиметрических данных в уточнении структуры Днепровско-Донецкой впадины, в изучении солевой тектоники, в решении других, в том числе и поисковых задач.

На карте обнаруживался ряд интересных особенностей, в том числе и несколько аномалий силы тяжести. Четко вырисовывались Киевская, Черниговская, Красноградская, Кировоградская, Брянская и другие аномалии. Особого внимания заслуживала Черниговская аномалия, как наибольшая в Восточной Европе ($\Delta g = 8$ мгл). Геологи объясняют эту аномалию большой мощностью эффузивов Девона. Что же касается Кировоградской аномалии, то большая вероятность ее появления вызвана залежами урановых руд. Использованный в гравиметрических работах на Украине метод площадной гравиметрической съемки полностью оправдал себя и был положен в основу гравиметрической съемки СССР, которая началась в 1932 году.

Работы по созданию гравиметрической карты Украины получили высокую оценку специалистов. Крупный советский гравиметрист и астроном академик А.А.Михайлов писал: «Лишь на Украине был произведен Полтавской обсерваторией первый успешный и правильно поставленный опыт проведения сплошной гравиметрической съемки, но с небольшой густотой пунктов» [5]. К сожалению, к настоящему времени мы вынуждены констатировать, что на Украине, где А.Я.Орловым впервые выполнена площадная гравиметрическая съемка всей территории, до сих пор мы не имеем современной гравиметрической карты.

Приливные изменения силы тяжести

В 1905 году, после возвращения из заграничной научной командировки, А.Я.Орлов включился в активную работу по сейсмологии. Работы эти курировались Постоянной центральной сейсмической комиссией Российской Академии наук. Глубоко понимая теорию горизонтального сейсмографа, молодой ученый пришел к мысли о возможности его использования к регистрации длиннопериодных колебаний отвесной линии, вызванных приливообразующими силами Луны и Солнца.

Первое успешное наблюдение приливных наклонов земной поверхности осуществил в 1892 году Ребер-Пашвиц с помощью горизонтального маятника с подвеской на спицах. В 1909 году А.Я.Орлов в своем докладе на заседании сейсмической комиссии показал преимущества горизонтального маятника Репсольда-Левицкого с подвесом на нитях перед маятником на спицах и предложил комиссии организовать «наблюдения над лунно-солнечными деформациями земного шара» [2]. Маятники были установлены в городе Юрьеве (ныне Тарту в Эстонии) в старом пороховом погребе, хорошо защищенном от внешних влияний. Годовые изменения температуры не превышали здесь двух градусов (от +4° до +6°C). Это обстоятельство, а также использование маятников на нитяных подвесках позволило на протяжении всего периода наблюдений выдерживать довольно высокую точность – около 0,013"/мм, что в несколько раз превышало точность аналогичных наблюдений, полученных в Западной Европе, где использовались маятники Ребер-Пашвица с подвеской на спицах. Анализ юрьевских наблюдений с 21 февраля 1909 по 12 ноября 1909 стал предметом его магистерской диссертации. Опубликование наблюдений и выступление А.Я.Орлова на Втором международном сейсмологическом съезде в Манчестере в 1911 году обратили на себя внимание специалистов и принесли известность ученому.

Отношение амплитуды наблюдаемого прилива к теоретически вычисленному в предположении абсолютной твердости Земли оказалось 0.59 для маятника, регистрирующего наклоны в меридиане и 0.68 – в первом вертикале, то есть $\gamma_n < \gamma_c$. Аналогичное азимутальное неравенство амплитуды приливного наклона было получено О.Геккером [11] из анализа наблюдений в Потсдаме в 1902-1909 годах. В 1911 году А.Ляв [12] объяснял это неравенство косвенным влиянием морских приливов в Северной Атлантике. Для проверки этих данных А.Я.Орлов предложил организовать наблюдения на глубоководной станции и назвал одним из возможных пунктов город Томск в Западной Сибири. К началу 1912 года постройка земно-приливной станции в Томске была закончена, а в сентябре начаты наблюдения. Гармонический анализ, по предложенной А.Я.Орловым оригинальной методике, восьмимесячного ряда полученных здесь наблюдений, а также переобработка Юрьевских наблюдений за 1902-1909 годы и Потсдамских наблюдений О.Геккера за 1902-1909 годы стали основой его докторской диссертации, которую он успешно защитил в 1915 году в Санкт-Петербургском университете.

Полученные по полусуточным волнам в Юрьеве и Томске результаты не выявляли азимутального неравенства приливных деформаций Земли, и А.Я.Орлов пришел к выводу, что эти деформации в направлениях

север-юг и восток-запад одинаковы [9], а, следовательно, не подтверждают обнаруженного на западноевропейских станциях неравенства $\gamma_n < \gamma_c$.

Как и в работах по гравиметрическим связям, при наблюдениях приливных наклонов А.Я.Орлов уделял постоянное внимание вопросам приборостроения, усовершенствованию аппаратуры наблюдений. Способ Б.Б.Голицына определения чувствительности горизонтального маятника по значению периодов при разных наклонах оси вращения маятника к вертикали А.Я.Орлов существенно упростил использованием для этой цели переднего установочного винта. Предложенное им усовершенствование регистрирующей аппаратуры для записи приливов методом почасовой регистрации ординат существенно упростило и повысило точность наблюдений.

К 1930 году было завершено строительство и закончены пробные наблюдения на построенной земно-приливной станции в Полтавской гравиметрической обсерватории. Здесь под руководством А.Я.Орлова З.Н.Аксентьева при участии других сотрудников обсерватории получила продолжительный ряд наклономерных наблюдений (1930-1941), который был прерван только с оккупацией Полтавы и эвакуацией обсерватории в Иркутск. Первые три года наблюдений были обработаны А.Я.Орловым. В статье [6], которую можно считать итоговой работой А.Я.Орлова в области земных приливов, кроме Полтавских наблюдений были использованы также результаты, полученные в Томске. По обоим станциям А.Я.Орлов получил $\gamma_n < \gamma_c$ и сделал выводы: 1) «по наблюдениям на одной станции нельзя судить о величине деформации всего земного шара», 2) «теория Швейдара о влиянии морских приливов на земные (согласно этой теории для полусуточной приливной волны M_2 $\gamma_n < \gamma_c$ и разница этих величин возрастает от полюса к экватору – И. Д.) наблюдениями в Томске и Полтаве не подтверждается».

Позднее Е.П.Федоров [10] нашел расчеты Швейдара некорректными по причине использования теории морских приливов Хофа, не учитывающей реального распределения суши и океана на земной поверхности. Кстати, здесь следует обратить внимание, что в наблюдениях В.Г.Баленко [4], полученных в 60-х – 70-х годах прошлого столетия в пределах Днепровско-Донецкой впадины, азимутальные неравенства приливных наклонов снимаются учетом влияния морских приливов на основании современных котидальных карт. Очевидно, что на многих пунктах наблюдений эти неравенства вызваны влиянием морских приливов, метеорологическими причинами и региональной геологией.

Таким образом, благодаря работам Г.В.Левицкого и А.Я.Орлова, горизонтальный маятник Цельнера с подвесом на металлических нитях около полувека оставался основным и надежным прибором для наблюдений земных приливов. Что же касается наблюдений вертикальной компоненты приливной силы, то, несмотря на технические трудности, начиная с первого опыта В.Швейдара [13], не прекращались попытки пронаблюдать это интересное явление, которое совместно с наблюдениями горизонтальной составляющей прилива позволяет получить упругие параметры Земли – числа Лява – чисто эмпирически, независимо от каких-либо гипотез относительно внутреннего строения планеты. Таким наблюдениям А.Я.Орлов уделял большое внимание.

В обширном его исследовании по земным приливам [9] вертикальной компоненте прилива посвящено два заключительных параграфа. Обсуждению теории вертикального сейсмографа, которая является также и теорией гравиметра (разница заключается только в частоте регистрируемых волн), посвящено несколько научных статей А.Я.Орлова. К сожалению, его предложение об использовании вертикального сейсмографа Б.Б.Голицына для наблюдений земных приливов не было реализовано. Уверенные результаты по вертикальной компоненте прилива были получены только в 50-х годах прошлого столетия с появлением высокоточных гравиметров.

В заключение необходимо отметить, что те ценные научные идеи А.Я.Орлова, которые дали начало новому направлению в мировой геодинاميки, продолжают оставаться актуальными для специалистов данной отрасли и на сегодня.

Автору приятно поблагодарить В.Г.Баленко, Н.И.Панченко, В.А.Кривошею и Н.Т.Пашову за информацию, касающуюся отдельных вопросов статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аксентьева З. М.* Дихання Землі. – К.: «Знання», 1967. – 56 с.
2. *Аксентьева З. Н.* Очерк жизни и творчества А. Я. Орлова//А. Я. Орлов. Избранные труды, т. I. – К.: Изд-во АН УССР, 1961.
3. Атлас геології і корисних копалин України / Ред. Галещкий Л. С. – К.: «Такі справи». – 1984.
4. *Баленко В. Г.* Исследование наклонов земной поверхности по профилю Киев – Артемовск. – К.: «Наукова думка». – 1980. – 174 с.
5. *Михайлов А. А.* Успехи гравиметрии//Фронт науки и техники. – 1937. – N 7. – с. 47 – 58.
6. *Орлов А. Я.* О деформациях Земли по наблюдениям в Томске и Полтаве с горизонтальными маятниками// Изв. АН СССР. Сер. геофиз. и геогр. – 1939. – N 1. – С. 3 – 29.
7. *Орлов А. Я.* Определение силы тяжести в Горном Алтае (Ойротии) в 1916 и 1917 гг. // Известия Всесоюзного треста основных геодезических и гравиметрических работ. – М.: ОНТИ НКТП СССР, 1935. – С. 7 – 18.
8. *Орлов А. Я.* Определение силы тяжести в Западной Сибири // Труды астрон. обсерват. Новорос. ун – та. – 1914. – С. 1 – 24.
9. *Орлов А. Я.* Результаты Юрьевских, Томских и Потсдамских наблюдений над лунно-солнечными деформациями Земли // А. Я. Орлов. Избр. труды. – К.: Изд – во АН УССР, 1961
10. *Федоров Е. П.* Об учете влияния морских приливов при изучении лунно-солнечных изменений силы тяжести // Труды Полтав. гравиметр. обсерват. АН УССР. – 1951. – N4. – С. 88 – 102.
11. *Hecker O.* Beobachtungen mit horizontal Pendeln über die Deformation des Erdkörpers unter dem Einfluss von Sonne und Mond // Veröffentlich. Königl. Preuss. Geodet. Inst. – 1911. – N 49. – S. 1-91.
12. *Love A.* Some Problems of Geodynamics. – Cambridge, 1911. – 88 p.
13. *Schweydar W.* Beobachtung der Enderung der Intensität der Schwerkraft durch den Mond // Sitzungsberichte K. Preuss. Acad. Wiss. – 1914. – N 14. – S. 454 – 465.

МАЛАЯ ПЛАНЕТА «ОРЛОВ»

Л.И. Черных

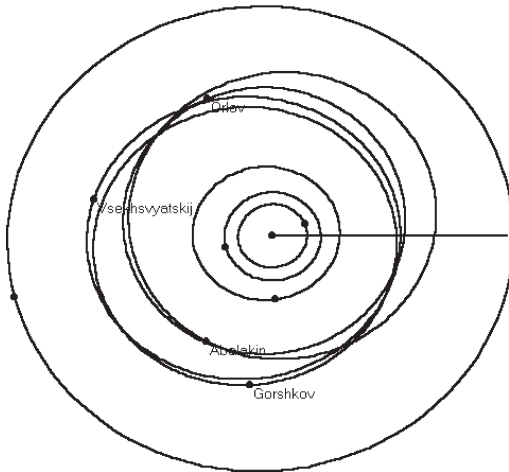
Малая планета №2724 «Орлов» входит в группу планет: №2721 – «Всехсвятский», №2722 – «Абалакин», №2923 – «Горшков», №2724 – «Орлов». Начальные буквы имен этих планет образуют аббревиатуру «ВАГО» – название Всесоюзного Астрономо-Геодезического Общества, которое в 1982 году отмечало свое пятидесятилетие.



Первооткрыватель
Черных Николай
Степанович
(06.10.1931–26.05.2004)

Малая планета №2724 «Орлов» открыта 13 сентября 1978 года Н.С.Черных в Крымской астрофизической обсерватории. Названа в честь двух советских астрономов: Сергея Владимировича Орлова (1880-1958), члена-корреспондента АН СССР, лауреата Государственной премии СССР, директора ГАИШ в 1943-1952 годах, внесшего значительный вклад в исследования комет, и Александра Яковлевича Орлова (1880-1954), члена-корреспондента АН СССР и академика АН УССР, основателя и первого директора Главной астрономической обсерватории АН УССР, чьи работы по проблемам вращения Земли пользуются всеобщим признанием.

Несколько слов из истории открытия малой планеты №2724 «Орлов». Предварительная орбита была вычислена Р.Нerget по наблюдениям Н.С.Черных, полученных с 13 сентября по 2 ноября 1978 года. Р.Нerget также идентифицировал полученные Н.С.Черных два наблюдения 7 и 14 июня 1972 года и



Date 2005 04 06.00

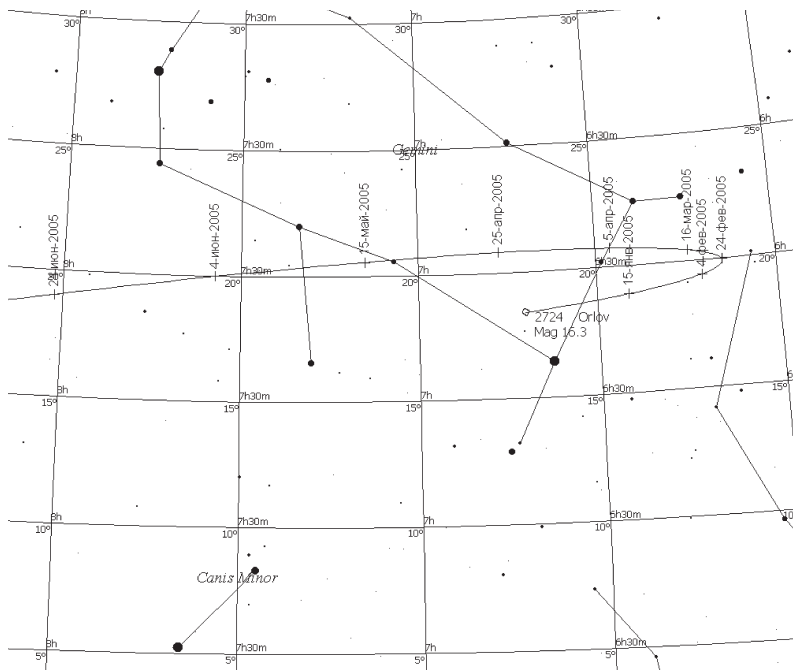
- Venus
- Earth
- Mars
- (2721) Vsekhsvyatskij
- (2722) Abalakin
- (2723) Gorshkov
- (2724) Orlov
- Jupiter

два наблюдения 1 и 4 апреля 1976 года. Более того, ему удалось идентифицировать два наблюдения 1948 года, полученные на обсерваториях Uccle, 1956 года, Heidelberg-Konigstuhl, 1974 года и Purple Mountain Nanking.

4 августа 1982 года неизвестная малая планета получила постоянный номер и была занесена в каталог известных малых планет. Название «Орлов» утверждено Международным Планетным Центром 28 марта 1982 года.

Элементы орбиты малой планеты № 2724 «Орлов» таковы:

- большая полуось орбиты $a = 2.9222$ а.е.
- наклон плоскости орбиты $i = 3.98^\circ$
- эксцентриситет орбиты $e = 0.126$
- период обращения $P = 5.00$ года
- абсолютная звездная величина $M = 11.7$ звездных величин
- диаметр $D = 16$ км
- среднее расстояние от Солнца 437 млн. км
- минимальное от Земли 233 млн. км
- ближайшая оппозиция 8 марта 2006 года
- блеск в оппозиции 15.9 звездных величин
- расстояние от Земли в оппозиции составит 319 млн. км
- в момент оппозиции планета будет находиться в созвездии Льва.



Ниже приведена копия официального Свидетельства о присвоении имени малой планете № 2724 «Орлов».

СВИДЕТЕЛЬСТВО

**о присвоении имени
малой планете**

Крымская Астрофизическая Обсерватория, участник международной программы наблюдений и исследований малых планет, настоящим свидетельствует, что малая планета, открытая в Крымской Обсерватории и зарегистрированная в международном каталоге под номером 2724, получила имя

ОРЛОВ

**в честь советских астрономов
Сергея Владимировича Орлова (1880-1958) и
Александра Яковлевича Орлова (1880-1954)**

**Официальное сообщение
Международного Астрономического Союза:
(2724) Orlov = 1978 RZ5**

Discovered 1978 September 13 by N. S. Chernykh at the Crimean Astrophysical Observatory.

Named in memory of Sergej Vladimirovich Orlov (1880-1958), professor at Moscow University who contributed much to research on comets. This planet also honors Aleksandr Yakovlevich Orlov (1880-1954), founder and first director of the Golosseevo Astronomical Observatory, known for his research on the Earth's polar motion and on tidal variations in gravity.

Minor Planet Circular № 7786, 1983 March. 28

**Директор Крымской
Астрофизической Обсерватории**

Н.В.Стешенко

Первооткрыватель

Н.С.Черных

Крым, Научный, 18 октября 2004 г.

ТЕЛЕСКОПЫ СМОТРЯТ... ВГЛУБЬ ЗЕМЛИ

А.Е.Вольвач

Благодаря изучению небесной сферы – состава, расположения, взаимосвязи её светил, благодаря астрономии вообще возникли и продолжают создаваться многие науки, казалось бы, не имеющие никакого отношения к звёздам – сугубо земные. В действительности же они оказываются тесно связанными с астрономией.

«Познавая окружающий нас мир – заглядывая в глубины космоса, мы, живущие на Земле, познаем как Вселенную, так и самих себя, и меньше всего обращаем внимания на Землю, на которой живем». Конечно же, прямой смысл этого изречения, высказанного древним философом, канул в Лету, стал, по меньшей мере, анахронизмом в понимании современного человека об окружающем нас мире, и, конечно, трактуется несколько по иному, но смело можно сказать, что основа, суть этого суждения, осталась свойственной для раздумий и поныне. По суждению мудреца можно думать, что человек этот был астроном.

Не обязательно быть ученым, чтобы знать, что планета Земля в своем строении разделена на определенные сферы и оболочки. Мы остановимся на одной из геосфер Земли – литосфере, в которую входят материковый слой, осадочные породы, слой гранитов, базальтов и часть верхней мантии (субстрат), расположенной между корой и ядром Земли. И в большей степени коснемся движения тектонических плит – крупных блоков земной коры, которые и составляют литосферу. Размеры их огромны, они занимают миллионы квадратных километров земной поверхности, являются обиталищем человека и других существ, и во многих местах уходят далеко в океан.

Плиты – эти составные части земной коры – обладают малой тектонической активностью. Но за счет действий сторонних сил (гравитации и некоторых химических и физических явлений мантии Земли) они находятся в постоянном движении. Движения ничтожно малы – несколько сантиметров в год, и мы, шагая по улице, не ощущаем их. Однако вызванные ими напряжения в граничных частях плит твердой части земной коры не беспредельны! И непременно наступит момент, когда эти, сконденсированные, скопившиеся силы извергнутся в каком-то направлении, образуя разнообразные, порой колоссальные сдвиги, разломы, сбросы, выбросы. И не только в материковой части земной коры, но и в океанической. Это землетрясения, цунами, извержения вулканов! Это – катастрофы! Чаше они происходит в граничных зонах плит, повторяя, где повышена тектоническая активность.

И в далеком прошлом, и в наши дни наука старалась предугадать, предотвратить стихийные бедствия, приводящие к огромным людским жертвам. Но до сих пор не удалось достигнуть существенных результатов. Именно поэтому необходимо не сворачивать работы в этой области науки, а поддержать их. Конечно же, эволюцию, развитие нашей планеты

Земля, в силу чего и происходят тектонические движения, мановением палочки не остановить, но ограничить деятельность человека, ускоряющую эти процессы, можно и нужно.

Описание, каким способом, с помощью радиотелескопа проводят определение движений массивов земной коры, как части исследований в области геодинамики, займет много места, поэтому можно ограничиться простым примером: секстант и логарифмическая линейка позволяют штурману корабля, самолета, определить свое местонахождение, «привязываясь» при этом к небесному светилу – к постоянной точке, видимой глазом. Расчеты эти, конечно же, требуют высокой точности, что необходимо в области геодинамики – до миллиметра, с последующим измерением через короткое время. Измерений обязательных и необходимых для определения перемещений зафиксированной точки на земной поверхности, то есть плиты, по отношению к объекту в глубинах космоса. Для этого необходимо, чтобы объект «привязки» находился на предельно допустимом расстоянии от Земли и имел малые собственные движения. Роль «связника» и выполняет радиотелескоп РТ-22 Крымской астрофизической обсерватории, находящийся в Крыму на берегу моря в Голубом Заливе.

Конечно же, проследить по времени бесконечно малую величину движения плиты, например, подстилающей часть Евразийского материка размерами в несколько десятков тысяч квадратных километров, без использования сложнейших, современных приборов, специальных компьютерных программ, без огромной затраты интеллектуальных способностей целого коллектива, невозможно.

Кто может утверждать, что нарастающее загрязнение атмосферы не приведет к повышению парникового эффекта, а значит, к более активному таянию ледников Антарктики и снежных «крыш мира»? А обратное утверждать можно, увы! И смело можно предположить, что в связи с потеплением нарушится установившийся миллиарды лет тому назад баланс сил давления льдов на платформу под ними, на которой льды образовались, и силы выталкивания её из субстрата мантии Земли, где господствуют колоссальные температуры и давления.

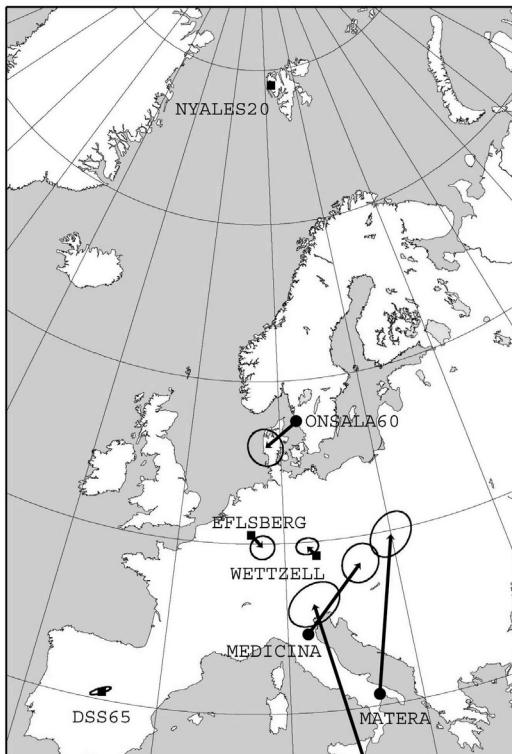
Пример этому – подъем Скандинавии, территория которой сравнительно недавно по геологическим меркам, освободилась от ледового покрова. Ускоренное таяние огромных массивов льдов, непременно скажется пагубно на экологии Земли. И не только переменной климата, но и приведет к изменению гравитационных характеристик планеты, а это – возрастание непредсказуемой тектонической активности.

С помощью сети радиотелескопов разных стран, в состав которой входит РТ-22, и всемирной программы «Геодинамика» стало возможным определять места со слабыми или сильными тектоническими явлениями. В том числе и создания карты геокинематического состояния подвижности земной коры. Изучить вопросы, которые происходят в земной коре, и таким образом приблизиться к предсказанию землетрясений, оползней, контролировать экологическую ситуацию.

В наши дни вам никто не скажет, как и что нужно сделать, чтобы предупредить природные катаклизмы. Но человечество в своем развитии не

стоит на месте, поэтому, задача эта со временем будет решена. Были бы только глубоко изучены и обоснованы эти вопросы, а средства, чтобы предупредить любую катастрофу, человечество все-таки отыщет.

На приведенной ниже карте Евразийской тектонической плиты указаны измеренные девятью радиотелескопами, совместно работающими в этом международном проекте, горизонтальные скорости движений мест, где они расположены. По карте хорошо видны движения Евразийской тектонической плиты, причем эти движения можно уже делить на более мелкие составляющие.



СОЛНЦЕ И ГЕОМАГНИТНАЯ ОБСТАНОВКА В 2004 ГОДУ

В.Н.Ишков

Развитие текущего цикла солнечной активности стремительно приближается к фазе минимума, когда сглаженное относительное число солнечных пятен W^* не превышает 30. Напомним, что точка максимума текущего цикла была пройдена в апреле 2000 года, когда число пятен достигло $W^*=120.7$. Это относит текущий солнечный цикл к циклам средней величины, таким как 13, 15, 17 и 20, у которых число пятен принимает в точке максимума значения $130 \geq W^* \geq 80$. С июля 2002 года Солнце находится в фазе спада и все проявления солнечной активности были типичными для солнечных циклов средней величины. На рис.1 показано развитие 23 цикла солнечной активности по сравнению с другими статистически значимыми циклами средней величины после 95 месяцев его развития. Точки минимумов всех циклов сведены к началу 23 цикла.

В рассматриваемый период (октябрь 2003 – сентябрь 2004 годов) резко увеличилась асимметрия между южным и северным полушариями Солнца в пользу первого в количестве появившихся на видимом диске Солнца групп солнечных пятен. Из 208 групп пятен, появившихся за прошедший год, в южном полушарии появилось 140, а в северном всего лишь 68. Больших групп пятен (площадь $S \geq 500$ миллионных долей полусферы – м.д.п.; причем 1 кв. градус = 48.5 м.д.п.) тоже больше было в южном полушарии – 6, а в

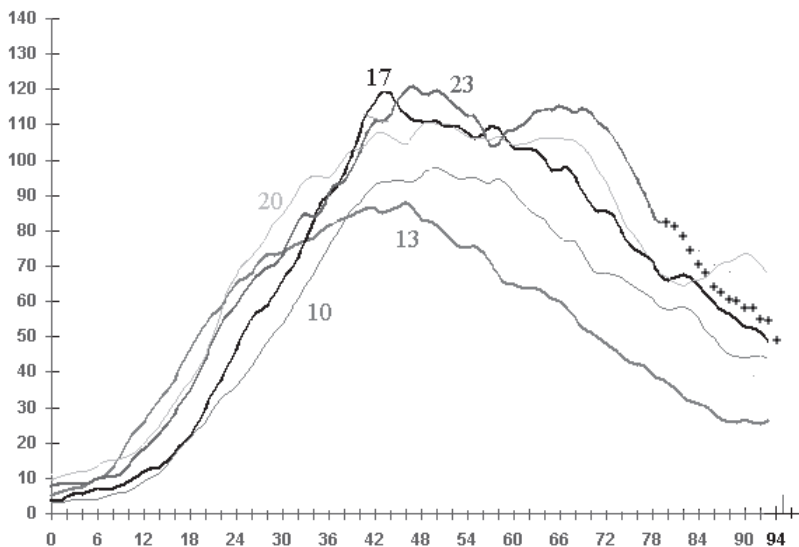


Рис. 1. Кривая развития текущего 23 цикла солнечной активности на 95 месяцев его развития в сравнении с другими значимыми циклами средней величины

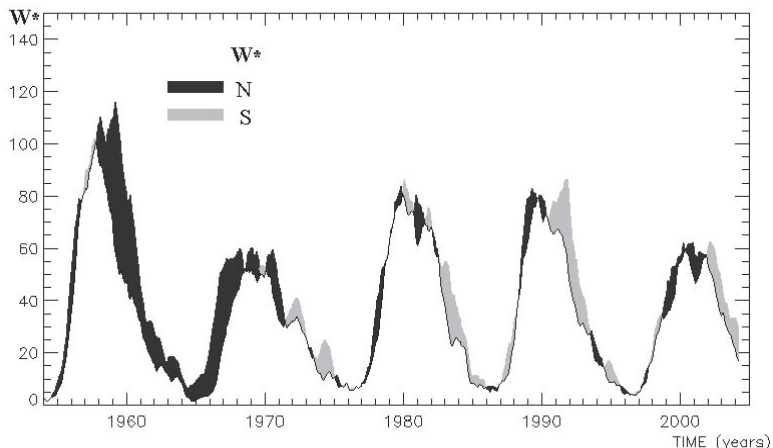


Рис. 2. Развитие последних циклов солнечной активности по полушариям: светлым обозначен избыток активных областей южного полушария, темным – северного

северном – 5. Однако самые большие группы пятен ($Sp \geq 2000$ м.д.п.) появлялись только в южном 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 (<http://sids.oma.be>).

На втором году фазы спада, которая началась с июля 2002 года, в конце октября – начале ноября 2003 года, на Солнце произошли мощные вспыхечные события, когда за 16 суток в трех больших группах солнечных пятен осуществилось 17 больших солнечных вспышек, 11 из которых были балла X. Вспышка 4 ноября оказалась самой большой по интенсивности излучения в мягком рентгеновском диапазоне (1–8 Э) за текущий цикл солнечной активности и одной из самых мощных за всю историю наблюдений солнечных вспышек.

В октябре 2003 году пятнообразовательная активность Солнца оставалась на среднем уровне и с 21 октября резко пошла вверх, когда из-за восточного лимба Солнца вышла большая группа пятен северного полушария (до 19 октября вспыхечная активность Солнца была на низком уровне: всего две вспышки балла M1). Наибольшей концентрации вспыхечная активность достигла в период 19 октября – 5 ноября, когда видимый диск Солнца проходили сразу три больших и вспыхечно-активных групп солнечных пятен (рис.3, <http://sec.noaa.gov>): одна в южном полушарии, самая большая по площади группа пятен в текущем цикле солнечной активности и две – в северном. Наиболее мощный вспыхечный период текущего цикла солнечной активности начался с появления из-за восточного лимба (17 октября) и бурного развития в первые дни группы пятен северного полушария, которая на второй день своего существования (19 октября) выдала вспышку балла X1.1/1N. 26 октября, после вспыхтия нового мощного магнитного потока, значительно

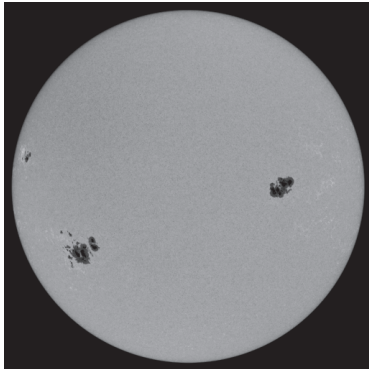


Рис. 3. Вид Солнца 31 октября 2003 года в белом свете (фотосфера) с тремя вспышечно-активными областями. Южная группа пятен произвела самую мощную вспышку текущего солнечного цикла

1F и M6.7/1F (27 октября).

Всплытие следующего нового магнитного потока (27–28 октября), увеличило площадь группы пятен до рекордного для текущего цикла значения – $S_p=2610$ миллионных долей полусферы и позволило осуществиться третьей по мощности вспышке балла X17.3/4B (28 октября).

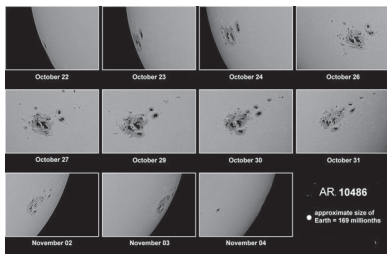


Рис. 4. Прохождение по видимому диску Солнца самой большой группы пятен текущего солнечного цикла

тонное событие большой интенсивности – количество протонов достигло величины 29500 частиц на квадратный сантиметр.

Следующий период вспышечного энерговыделения в данной активной области начался 2 ноября вспышкой балла X8.3/2B и продолжился 4 ноября самой интенсивной по потоку мягкого рентгеновского излучения в текущем цикле вспышкой балла X28/3B. Эта сверхмощная вспышка, самая мощная в текущем цикле солнечной активности, произошла

увеличившего ее площадь, в ней осуществились еще две большие вспышки (X1.2/2N и M7.6/2N), после чего 29 октября она в полном развитии ушла за западный лимб Солнца.

После выхода (21 октября) на видимый диск Солнца активной области южного полушария, которая развилась в большую группу пятен на невидимой стороне Солнца, 23 октября в ней произошли вспышки балла X5.4/1B и X1.1/1N, а 24 октября – вспышка балла M7.6/1N. 24-25 октября в этой активной области произошло первое наблюдаемое всплытие мощного магнитного потока, почти в 2 раза увеличившего площадь группы пятен (рис.4, <http://www.spaceweather.com>), следствием которого явились вспышки балла X1.2/3B (26 октября), M5.0/

Возмущения от предыдущих вспышек вызвали в околоземном космическом пространстве малую магнитную бурю 28 октября, которая с приходом возмущения от последней вспышки выросла до очень большой (29–31 октября) – самой сильной магнитной бури текущего солнечного цикла. Полярные сияния, сопровождавшие эту магнитную бурю, наблюдались в Южной Калифорнии и на юге Греции. От этой же вспышки в околоземное космическое пространство пришли высокоэнергичные солнечные протоны и вызвали в нем протонное

вблизи западного лимба Солнца и существенного влияния на геомагнитную обстановку не произвела, однако большие солнечные протонные события с максимумами 2 и 4 ноября соответственно, в околоземном космическом пространстве осуществились.

Третья активная область образовалась 27 октября в центральной области северного полушария Солнца, и, несмотря на быстрое развитие, до 3 марта выдавала лишь вспышки среднего балла, а 3 ноября в ней осуществились две вспышки балла X2.7/2B и X3.9/2F. Все наиболее мощные солнечные вспышки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Мощные вспышечные события октября – ноября 2003 года

Дата	Начало <i>UT₀</i>	Длит. (мин)	Координаты φ λ		Балл (p.f.u.)	<i>I_{RB}</i> <i>I_{ms}</i>	СПС	Магнитные бури;	
19.10.03	16 ^h 29 ^m	79	N06	E58	X1.1/1N	R3			
22.10.03	19 45	>41	S20	E90	M9.9	R2			
23.10.03	08 17	64	S21	E88	X5.4/1B	R3			
23.10.03	19 50	38	S17	E84	X1.1/1N	R3			
24.10.03	02 22	66	S19	E72	M7.6/1N	R2			
26.10.03	05 17	213	S17	E38	X1.2/3B	R3	323 S2	M 28.10	G1
26.10.03	17 17	179	N02	W38	X1.2/1N	R3	466 S2	M 28.10	G1
26.10.03	21 26	60	N01	W38	M7.6/2N	R2			
27.10.03	09 21	23	S16	E26	M5.0/1F	R2			
27.10.03	12 27	37	S17	E25	M6.7/1F	R2			
28.10.03	09 51	>269	S16	E08	X17.2/4B	R4	29500 S4	ОБ 29-30.10	G5
29.10.03	20 37	136	S15	W02	X10.0/2B	R4	330 S2	ОБ 31.10	G4
02.11.03	17 03	171	S14	W56	X8.3/2B	R3	1540 S3	M 04.11	G2
03.11.03	01 06	91	N10	W83	X2.7/2B	R3			
03.11.03	09 43	>36	N08	W77	X3.9/2F	R3			
04.11.03	19 29	80	S19	W83	X>17.5(11 ^m)	R5	353 S2		
05.11.03	10 46	>12	S16	W90	M5.3/SF	R2			
18.11.03	07 16	159	N00	E18	2N/M3.2/M3.9	R1		ОБ 20-21.11	G5
20.11.03	07 35	61	N01	W08	M9.6/2B	R2	10 S1	22.11	G1
20.11.03	23 42	16	N00	W17	M5.8/2N	R2			

Курсивом выделены вспышки в самой большой группе пятен текущего цикла. В столбце баллов во вспышке 04.11 проставлено время, когда фотометр рентгеновского излучения был в состоянии насыщения; расчетный балл данной вспышки X28. Во вспышке 18.11 за время оптической вспышки осуществилось 2 рентгеновских всплеска. Воздействие электромагнитного излучения вспышки оценивается в пятибалльной шкале R1–R5: при R5 внезапное ионосферное возмущение и, соответственно, радиомолчание длится более 3 часов. В столбце СПС (солнечные протонные события), интенсивность которого также оценивается по пятибалльной системе S1–S2: S5 соответствует потоку протонов в 10⁵ частиц/см²·с·стер. В столбце магнитные бури такая же шкала введена для оценки интенсивности магнитных бурь G1–G5: магнитной буре, у которой зафиксирован хотя бы один геомагнитный индекс Kp=5, присваивается класс G1, соответственно, хотя бы один Kp=9 выводит геомагнитную бурю в класс G5.

Кроме упомянутых вспышек состояние околоземного космического пространства определяли высокоскоростные потоки от обширных корональных дыр, которые вызвали длительные магнитные бури 13 – 22 октября. На геостационарных орбитах с 15 октября и до конца месяца регистрировался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

В первые два дня ноября 2003 года уровень пятнообразовательной активности Солнца продолжал оставаться на высоком уровне, затем после 5 ноября упал до низкого, из-за того, что последняя из больших групп ушла с видимого диска Солнца. После мощных событий начала ноября Солнце успокоилось почти на две недели, а с выходом на видимый диск Солнца активной области северного полушария (второй оборот первой из трех групп в октябре) и активизации ее 17 ноября вспышечная активность снова стала высокой. За трое суток в этой активной области осуществилось восемь вспышек балла М, из которых две были большими.

Наиболее интересным событием этого периода была вспышка 18 ноября балла 2N, за время которой произошли два рентгеновских всплеска балла M3.2 и M3.9 (см. табл.1). Мощный выброс коронального вещества этого вспышечного события вызвал в околоземном космическом пространстве очень большую и интенсивную магнитную бурю, лишь немногим уступающую по величине октябрьской. Всего за ноябрь осуществилось 4 вспышки балла X, 20 вспышек балла М и пять выбросов солнечных волокон. Количество корональных дыр осталось прежним и, соответственно, рекуррентные магнитные бури были зарегистрированы в период с 9 по 18 ноября. Всего за ноябрь месяц более 20 дней была возмущенная геомагнитная обстановка. На геостационарных орбитах 24 дня регистрировался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

В декабре 2003 года пятнообразовательная активность Солнца была на среднем уровне лишь в первый день месяца и в период с 17 по 26 января, в остальные дни – на низком. На видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от 8 до 2 групп солнечных пятен, среди которых одна группа пятен в северном полушарии была большая, но значимых вспышек в ней не наблюдалось. Всего за месяц наблюдалось 6 вспышек средних баллов М и 12 выбросов солнечных волокон. Геомагнитная обстановка была возмущенной пятнадцать суток в основном за счет прихода к Земле рекуррентных высокоскоростных потоков солнечного ветра от солнечных корональных дыр. Умеренные магнитные бури были отмечены 5, и 8 – 11, а малые 12 – 14 и 31 декабря. В околоземном космическом пространстве 2 декабря было зарегистрировано одно малое протонное событие от западной вспышки балла M1.4. На геостационарных орбитах 19 суток регистрировался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

В первый месяц 2004 года уровень пятнообразовательной активности Солнца оставался на среднем уровне до последней недели месяца. Далее произошло резкое ее падение и 27 января впервые с начала 1997 года ежедневное относительное число пятен стало равно нулю.

Наиболее вспышечный период связан с активной областью северного полушария (4 оборот), которая была активной в октябре и в ноябре. В пе-

риод с 6 по 9 января в ней осуществилось 2 большие вспышки и четыре вспышки среднего балла. Еще одна большая вспышка произошла 5 января в группе пятен южного полушария Солнца. Второй период высокой вспышечной активности (17–20 января) связан с возвращением (3 оборот) активной области южного полушария, которая в конце октября – начале января произвела самую мощную серию солнечных вспышек, в том числе и самую интенсивную вспышку (4 ноября) текущего солнечного цикла. За 62 часа в этой группе пятен произошло 2 большие и 3 вспышки среднего балла. Кроме указанных вспышек больше значимых вспышек в январе месяце не было, а выбросов солнечных волокон было всего два. Следствием последних вспышек в околоземном космическом пространстве 22–23 января была большая магнитная буря. Всего же магнитно-возмущенных дней было 24. Уровень малой магнитной бури был достигнут 1, 4, 7, 11, 16, 27–28 декабря. На геостационарных орбитах 25 суток регистрировался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

В феврале 2004 года пятнообразовательная активность Солнца была на среднем уровне в первые 16 дней и в период 23–29 февраля, в остальные дни – на низком. На видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от 6 до 2 групп солнечных пятен, среди которых одна группа пятен в северном полушарии была большая, и 25 февраля в ней произошли две большие вспышки, одна из которых была балла X1.1. Геомагнитная обстановка была возмущенной 10 суток в основном за счет прихода к Земле рекуррентных высокоскоростных потоков солнечного ветра от солнечных корональных дыр. Умеренная магнитная буря была отмечена 11, а малые – 12, 13, 14 и 29 февраля. На геостационарных орбитах 22 суток регистрировался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

В марте 2004 года пятнообразовательная деятельность Солнца в основном была на среднем уровне. Вспышечная активность устойчиво находилась на низком уровне: за весь месяц осуществилось лишь 5 вспышек среднего балла M и два выброса солнечных волокон. Рекуррентные геомагнитные возмущения, достигшие уровня малой магнитной бури 1–2, 9–11 февраля и 30–31 марта были вызваны прохождением Земли высокоскоростных потоков солнечного ветра от больших приэкваториальных корональных дыр. На геостационарных орбитах 25 суток регистрировался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

В апреле 2004 года пятнообразовательная активность Солнца была на низком уровне в первые 7 и в последние 5 суток месяца, в остальные дни – на среднем. Всего за месяц на Солнце произошло 7 вспышек средних баллов, шесть из которых произошли в периоды 5–6 и 22–25 апреля. Кроме того, 8 и 11 апреля наблюдалось 3 выброса солнечных волокон. Все эти события существенного влияния на околоземное космическое пространство не оказали. Геомагнитная обстановка была в основном слабовозмущенной. Единственная умеренная магнитная буря зарегистрирована 3–4 апреля. Возмущение, вызвавшее эту магнитную бурю, пришло от солнечной вспышки 31 марта, которая в оптическом диапазоне была большой (2F), а в диапазоне мягкого рентгеновского диапазона малой (балл C3.4), но сопровождалась довольно значительными динамическими явлениями.

Геомагнитная обстановка была возмущенной 5–6 и 23 апреля из-за прохождения Землей высокоскоростных потоков солнечного ветра от солнечных корональных дыр, однако уровня магнитной бури эти возмущения не достигли. 11 апреля в околоземном космическом пространстве отмечено малое протонное событие. Заряженные частицы высоких энергий пришли от небольшой вспышки западной части видимого солнечного диска, которая сопровождалась выбросом большого солнечного волокна. Корональные дыры проявили себя и в росте уровня радиационного фона: на геостационарных орбитах 11 суток в первой половине месяца регистрировался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

В мае 2004 года низкий уровень пятнообразовательной деятельности Солнца отмечен всего трое суток, а в основном она была на среднем уровне. Вспышечная активность устойчиво находилась на низком уровне и лишь 21 мая осуществлялась вспышка среднего балла M2.6. Выбросы солнечных волокон наблюдались 10, 19 и 20 мая. Геомагнитная обстановка весь месяц оставалась слабовозмущенной.

В июне 2004 года пятнообразовательная активность Солнца была на уверенно среднем уровне. На видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от 5 до 2 групп солнечных пятен, среди которых одна группа пятен в южном полушарии была большая, однако вспышечная активность оставалась на низком уровне весь месяц: всего одна вспышка балла M1.0 наблюдалась 13 июня. Кроме того, за июнь произошло 6 выбросов солнечных волокон. Геомагнитное поле оставалось слабовозмущенным весь месяц, кроме 29 июня.

В июле 2004 года ситуация оставалась такой же в первой половине, затем пятнообразовательная активность резко возросла и в период с 14 по 21 июля достигла уровня высокой. Уже 11 июля в западной полусфере Солнца на севере образовалась небольшая группа пятен, которая всплывала столь быстро, что уже на третий и четвертый день своего существования за 29 часов в ней осуществились четыре большие вспышки балла M. Однако все они не оказали заметного влияния на околоземное космическое пространство и воздействовали только на ионосферу дневной стороны Земли, вызывая внезапные ионосферные возмущения средней интенсивности. В этот же день 11 июля на видимый диск Солнца вышла активная область южного полушария Солнца, которая в период с 13 по 17 июля произвела 6 вспышек балла X и 10 вспышек балла M, причем среди последних не было ни одной большой вспышки. Напомним, что большой считается солнечная вспышка, если ее рентгеновский балл (максимальная интенсивность потока мягкого рентгеновского излучения в диапазоне 1–12.5 кэВ или 1–8 А) не меньше M5, то есть 5×10^{-5} Вт/м². Все эти вспышки вызвали внезапные ионосферные возмущения на дневной стороне Земли и одну малую магнитную бурю 17 июля.

Еще в конце первой декады июля методом гелиосейсмологической томографии было определено, что на обратной стороне Солнца проходит очень большая группа солнечных пятен, которая 16 июля вышла на видимый диск Солнца в северном полушарии вблизи солнечного эквато-

ра. При своем прохождении эта большая группа пятен с площадью около 2000 миллионов долей полусферы (размер Юпитера) выдала более 15 вспышек балла М, среди которых были три большие. Начиная с 22 июля, когда группа пятен вышла на гелиодолготы влияния на Землю, возмущения от вспышек стали достигать нашей планеты, и в околоземном космическом пространстве стали регистрироваться магнитные бури, причем 25 и 27 июля они достигли порога очень больших.

Одновременно с возмущениями геомагнитного поля в околоземное космическое пространство пришли солнечные заряженные частицы, которые породили солнечные протонные события. Всего за июль месяц на Солнце произошло 6 вспышек балла Х, 30 вспышек балла М и 8 выбросов солнечных волокон. В околоземном космическом пространстве было зарегистрировано 2 очень больших, 1 умеренная и 3 малых магнитных бури, три протонных события, и 15 суток геостационарные спутники службы Солнца фиксировали очень большие потоки высокоэнергичных солнечных электронов с $E > 2$ МэВ.

В августе 2004 года пятнообразовательная активность Солнца была на низком уровне в первую и последнюю семидневки месяца. На видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от 2 до 5 групп солнечных пятен, среди которых одна группа пятен в южном полушарии была большая, и ее вспышечная активность 13, 14, 15 и 18 августа была на высоком уровне. Период осуществления больших вспышек начался на второй день после всплытия нового магнитного потока с 10 на 11 августа. Площадь группы пятен выросла на 400 миллионов долей солнечной полусферы и достигла величины почти в 10 раз превышающей площадь Земли. За 54 часа в данной активной области произошло 4 больших вспышки, одна из которых была балла Х1.0, и 12 вспышек среднего балла.

Второй импульс вспышечной активности осуществился 17–19 августа (одна вспышка балла Х1.8 и 5 вспышек балла М за 56 часов). Все эти вспышки не вызвали заметных геомагнитных возмущений и их воздействие на околоземное космическое пространство ограничилось внезапными ионосферными возмущениями средней мощности. Всего в августе на видимом диске Солнца осуществилось две вспышки балла Х, 24 вспышки балла М и 3 выброса солнечных волокон. Геомагнитная обстановка в основном оставалась слабовозмущенной, возмущенными были всего 9 дней, и лишь 30–31 августа была отмечена малая магнитная буря.

В первые пять дней сентября 2004 года пятнообразовательная активность продолжала оставаться на низком уровне, затем до 20 сентября включительно – на среднем, и в последней десятидневке – опять на низком. Вспышечная активность была на высоком уровне 11 сентября, когда произошла вспышка балла М5.0 в восточной полусфере. Эта вспышка сопровождалась динамическими радиовсплесками II и IV типа и корональным выбросом вещества и спровоцировала выброс солнечного волокна севернее активной области и вспышку балла М1.3 в активной области на западе. В околоземном космическом пространстве возмущение от этих вспышечных событий вызвало малую магнитную бурю и солнеч-

ное протонное событие средней мощности. Средний уровень вспышечной активности отмечен 12, 13 и 19 сентября. Вспышка балла M1.9 19 сентября вызвала в окрестностях Земли малую магнитную бурю и солнечное протонное событие малой мощности.

Таблица 2

Наиболее значительные и геоэффективные солнечные вспышки и вызванные ими явления в околоземном космическом пространстве (декабрь 2003 – сентябрь 2004 г.)

Дата	Начало UT_0	Длит. (мин)	Координаты		Балл	Pr с.е.п.	Магнитные бури
			φ	λ			
05.01.04	02 ^h 50 ^m	188	S11	E37	M6.9/2N		
06.01.04	06 13	>23	N05	E90	M5.8/SF		
07.01.04	03 43	61	N02	E82	M4.5/2N		
07.01.04	10 14	57	N02	E69	M8.3/SF		ММБ 09.01
17.02.04	17 35	>24	S13	E18	M5.0/1N		
19.02.04	23 08	>170	S12	W03	C5.7/1F		
20.02.04	07 29	41	S16	W12	M6.1/2N		
25.03.04	01 50	34	N14	W15	X1.1/2N		ММБ 20-21.03
25.03.04	22 14	52	N14	W26	M5.7/1N		ММБ 24-25.03
11.04.04	03 54	57	S14	W46	C9.6/1F	35	
13.07.04	00 09	>14	N14	W45	M6.7/1B		
13.07.04	08 40	36	N12	W52	M5.4/1N		
13.07.04	19 24	29	N13	W56	M6.2/1B		
14.07.04	05 02	>38	N12	W62	M6.2/1N		
15.07.04	01 30	>18	S10	E54	X1.8/2N		УМБ 16-17.07
15.07.04	18 15	>19	S11	E45	X1.6/1B		УМБ 16-17.07
16.07.04	01 43	>30	S11	E43	X1.3/1B		
16.07.04	10 32	26	S10	E36	X1.1/1F		
16.07.04	13 49	103	S11	E35	X3.6/3B		
17.07.04	07 51	35	S11	E24	X1.0/1F		
20.07.04	12 22	41	N11	E34	M8.6/3B		УМБ 22-23.08
22.07.04	00 14	>29	N03	E17	M9.1/2B	~7	БМБ 24-26.09
25.07.04	05 40	43	N10	W31	M7.1/2B		
25.07.04	13 37	>27	N04	W30	M2.2/1N		
13.08.04	18 07	21	S13	W24	X1.0/1N	2090	ОБМБ 26-28.08
14.08.04	05 36	70	S11	W28	M7.4/2N		
14.08.04	13 31	39	S14	W34	M5.6/2N		
15.08.04	12 35	29	S12	W46	M9.4/1N		
18.08.04	17 29	>26	S12	W83	X1.8/SF		
11.09.04	23 55	97	N04	E42	M4.8/2N		ММБ 13-14.09
19.09.04	16 46	>52	N03	W58	M1.9/1N	58	ММБ 22-23.09

Оптический балл вспышек: F – слабая, N – нормальная, B – яркая; цифра перед буквой характеризует площадь вспышки, φ – гелиографическая широта, λ – угловое расстояние от центрального меридиана. Pr – поток солнечных протонов в максимуме в солнечных единицах потока протонов сеп – число протонов S 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.

Всего в сентябре осуществились 4 вспышки балла М и 5 выбросов солнечных волокон. За весь месяц было зарегистрировано 8 суток с геомагнитными возмущениями, из которых в течение 3 суток был достигнут порог малой магнитной бури. Геостационарные спутники службы Солнца фиксировали очень большие потоки высокоэнергичных солнечных электронов с $E > 2$ МэВ в течение 8 суток.

Основные характеристики больших и геоэффективных вспышек приводятся в таблице 2.

Кратко 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 Гневешева – Оля оказывается нарушенным.

- Цикл начался в мае 1996 года с начальным значением сглаженного числа Вольфа $W_{\text{мин}}^* = 8.1$, с появления первой группы нового цикла, тогда как во всех изученных циклах первые группы пятен нового цикла появлялись не менее чем за полтора года до точки минимума.

- Фазы роста цикла началась с сентября 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 осуществилось в период с июня по декабрь 2000 года.

- Вторичный максимум в сглаженных значениях относительных чисел пятен наступил в ноябре 2001 года, составил $W_2^* = 115.8$, и необычайно затянулся – 8 месяцев с августа 2001 по март 2002 года сглаженное число Вольфа не опускалось ниже $W^* = 114$.

- В радиоизлучении Солнца на волне 10.7 см (2695 МГц) вторичный максимум ($F_{\text{фв.}}^* = 197$ 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 г., держались 8 месяцев с июля 2001 года по февраль 2002 года.

- Цикл значительно отставал по общему количеству активных областей, появившихся на видимом диске Солнца за соответствующий период (95 месяцев) для трех последних циклов, и значительно опережал их по количеству 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.

- Сохраняется значительное отставание текущего цикла по количеству оптических вспышек, рентгеновских всплесков, в том числе и больших, и протонных событий; **резкое снижение флюэнсов** (суммарных су-

точных потоков) энергичных электронов ($E > 2$ МэВ): до начала фазы спада (июль 2002 года) текущего цикла флюэнс очень редко достигал значений 10^8 солнечных единиц потока, хотя в 21 и 22 циклах СА они не редко превышали 10^9 . Положение достаточно резко изменилось с марта 2003 года, когда в течение 45 суток флюэнс превышал значение 10^8 с.е.п. и в течение шести суток он превышал 10^9 .

Основные среднемесячные индексы солнечной активности за 2003–2004 годы текущего цикла приведены в таблице 3.

Таблица 3

Среднемесячные индексы солнечной и геомагнитной активности

Дата	W	$F10.7$	A_p	W^*	$F10.7^*$	A_p^*
2003 III	61.5	132.3	19	74.1	139.5	19.4
2003 IV	60.0	126.5	20	70.3	136.3	20.0
2003 V	55.2	116.2	26	67.8	132.6	21.0
2003 VI	77.4	129.4	24	65.0	132.6	21.8
2003 VII	85.0	127.8	20	61.8	129.5	22.3
2003 VIII	72.7	122.1	23	60.3	127.5	22.4
2003 IX	48.8	112.3	19	59.8	126.0	21.9
2003 X	65.6	153.1	32	58.4	124.1	21.1
2003 XI	67.2	153.1	31	57.0	121.8	20.0
2003 XII	47.0	115.1	18	55.0	119.4	18.6
2004 I	37.2	114.1	20	52.0	116.3	18.1
2004 II	46.0	107.0	13	49.4	115.5	17.7
2004 III	48.9	112.2	12	47.2	114.6	16.9
2004 IV	39.3	101.3	10			
2004 V	41.5	99.8	8			
2004 VI	43.2	97.4	8			
2004 VII	51.0	118.5	23			
2004 VIII	40.9	110.1	11			
2004 IX	27.7	103.1	10			

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.

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. Напомним, что 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. Можно сделать вывод, что в настоящее время нет ни одного метода, позволяющего дать прогноз развития цикла солнечной активности до его начала. Однако уже после 18-20 месяцев его развития можно с уверенностью определить его высоту, время наступления максимума и ос-

новные 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. Прогноз дальнейшего развития текущего солнечного цикла можно видеть из рис. 5 ([http://www. sec.noaa.gov](http://www.sec.noaa.gov)).

Таблица 4

Геомагнитные бури за октябрь 2003 – сентябрь 2004

Дата t_0 UT	Дата t_c UT	$t_c - t_0$ (ч.)	A_p	A_{ms}	Источник
13.10 19	14.10 24	29	51	46	CH
15.10 08	17.10 14	54	46	32	CH
19.10 04	22.10 22	90	42	46	FI+CH
24.10 15 35	24.10 24	8.5	39	41	FI
28.10 05	29.10 04	23	23	32	FI
29.10 06 13	01.11 10	77	200	159	FI
04.11 06 27	04.11 20	13.5	35	25	FI
09.11 08	09.11 20	12	28	32	DSF+CH
10.11 00	12.11 24	72	54	42	DSF+CH
13.11 07	14.11 24	41	58	41	CH
15.11 04	18.11 20	88	40	42	CH
20.11 05	21.11 09	28	145	185	FI
22.11 17	23.11 08	15	25	31	CH
05.12 19	06.12 24	29	51	46	CH
08.12 08	12.12 14	54	46	32	CH
13.12 04	13.12 24	90	42	46	FI+CH
31.12 15 35	31.12 24	8.5	39	41	FI
28.10 05	29.10 04	23	23	32	FI
29.10 06 13	01.11 10	77	200	159	FI
03.01 19	03.01 24	29	51	46	CH
04.01 08	05.01 14	54	46	32	CH
05.01 04	05.01 24	90	42	46	CH
06.01 22	07.01 24	8.5	39	41	FI+CH
09.01 05	09.01 20	23	23	32	FI
11.01 09	11.01 10	77	200	159	CH
02.02 07	03.08 08	25	21	34	CH
06.02 04	06.02 21	17	23	38	FI
11.02 10	11.02 22	12	28	51	CH+FI
12.02 03	13.02 06	27	28	31	CH
14.02 10	15.02 07	21	21	27	CH
29.02 09	01.03 24	39	24	33	CH
09.03 10	10.03 24	39	42	39	CH
11.03 13	12.03 05	18	26	37	CH
27.03 09	28.03 21	36	26	29	CH
03.04 13	04.04 04	15	27	57	FI
05.04 18	06.04 19	25	20	30	CH
28.06 19	29.06 13	18	21	24	CH
16.07 21 58	17.07 10	12	28	25	FI
22.07 10 28	23.07 19	32.5	13	29	FI
24.07 06 00	26.07 07	49	130	86	FI

Таблица 4 (продолжение)

Дата t_0 UT	Дата t_c UT	t_c-t_0 (ч.)	A_p	A_{ms}	Источник
26.07 22 28	27.07 24	25.5	187	147	F1
30.08 05	31.08 12	31	33	43	?
13.09 22	15.09 03	29	28	28	F1+DSF
16.09 13	17.09 03	14	21	30	CH
22.09 06 37	23.09 07	24	22	32	F1

Дата t_0 – дата начала геомагнитной бури: месяц, число и время в UT; Дата t_c – дата конца геомагнитной бури: месяц, число и время в UT; t_c-t_0 – длительность магнитной бури; A_p – планетарный индекс геомагнитной активности; A_{ms} – индекс геомагнитной активности по всей продолжительности магнитной бури; Источник – солнечное событие, следствием которого явилась данная магнитная буря: DFS – выброс волокна, CH – корональная дыра, F1 – солнечная вспышка.

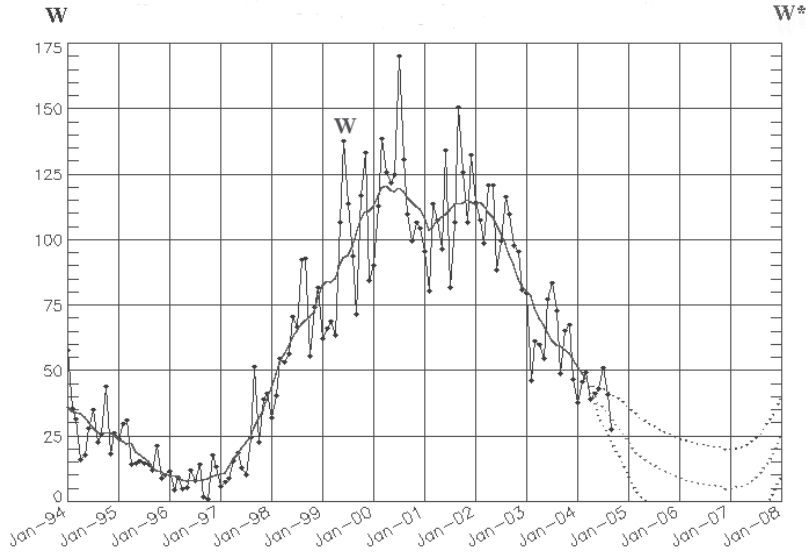


Рис. 5. Текущий цикл солнечной активности: развитие и прогноз

СОЛНЦЕ И ЗВЕЗДЫ ГЛАВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

С.М.Андреевский

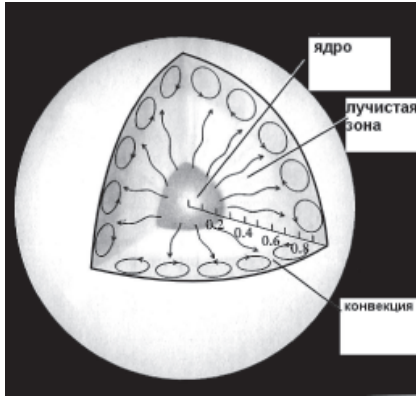
Солнце – это гигантский газовый шар, радиус которого составляет 696000 км, а масса – $1.99 \cdot 10^{33}$ г. Солнце – ближайшая к нам звезда и, как большинство других звезд, светит за счет энергии, высвобождаемой глубоко в его недрах в термоядерных реакциях. Термоядерные реакции, протекающие в солнечных недрах – это реакции синтеза гелия из водорода. Объединение четырех водородных ядер (протонов) приводит к образованию одного ядра гелия. Каждую секунду в Солнце в результате этого процесса расходуется около 10^{38} протонов. И хотя это число может показаться фантастически большим, оно составляет ничтожно малую долю от полного количества протонов, содержащихся в Солнце.

Процесс термоядерного горения водорода в звездах, в том числе и в Солнце – это самый спокойный этап их жизни. Солнце находится на этом этапе уже около 5 млрд. лет, а мощность его излучения на протяжении сотен миллионов лет меняется лишь незначительно. Это обстоятельство имеет чрезвычайно большое значение для возникновения и поддержания условий, подходящих для существования жизни на Земле. Запасов термоядерного топлива в солнечных недрах хватит еще примерно на 5 млрд. лет.

Энергия, выделяемая в термоядерных реакциях в виде гамма-квантов, не сразу переносится к поверхности Солнца. На своем пути эти кванты испытывают колоссальное количество столкновений с частицами газа – ионами, электронами, атомами, постепенно при этом уменьшая свою и увеличивая энергию частиц газа. Поэтому внутренние слои Солнца имеют очень высокую температуру. В центральной области, где протекают реакции синтеза, она достигает полутора десятков миллионов градусов. Плотность вещества в ядре составляет 100 г/см^3 . Но даже при таких условиях оно представляет собой газ, перемешанный с излучением. Именно с излучением энергия постепенно просачивается из глубины к поверхности Солнца.

Температура, давление и плотность уменьшаются с удалением от центра. Вблизи поверхности температура снижается до нескольких десятков тысяч градусов, и газ становится достаточно непрозрачным, чтобы блокировать излучение, приходящее из более глубоких и горячих слоев. Именно здесь развивается процесс механического теплопереноса – конвекции, а сама область называется конвективной зоной. Над ней находится слой, где температура достигает всего 5-9 тыс. градусов. Это – фотосфера. Фотосферный газ при таких температурах излучает большей частью кванты видимого света в желто-зеленой области спектра. Именно этот свет мы и воспринимаем нашим зрением, как свет Солнца. Протяженность фотосферы не более 600 км, то есть составляет около 0.001 радиуса Солнца! Плотность фотосферного газа 10^{-7} г/см^3 , а это в тысячи раз меньше плотности воздуха, которым мы дышим.

Фотосфера окружена еще одним газовым слоем, который носит название хромосфера. Однако хромосферу непосредственно наблюдать нельзя. Видна она только во время полных солнечных затмений, когда диск Луны затмевает диск Солнца и экранирует мощное излучение фотосферы. Протяженность хромосферы достигает 12000 км, температура здесь возрастает до 20000 градусов, а плотность газа примерно в 10000 раз меньше, чем в фотосфере.



Над хромосферой находится солнечная корона – очень протяженный слабосветящийся слой, который хорошо просматривается во время солнечных затмений. Корона имеет сложную структуру и состоит из нескольких промежуточных слоев. Ее внешняя часть может простирается на расстояние до миллионов километров от поверхности Солнца. Температура солнечной короны достигает двух млн. градусов, а средняя плотность составляет менее 10^{-15} г/см³. Высокая температура хромосферы и короны объясняется диссипацией энергии ударных волн в среде с очень низкой

плотностью. А сами ударные волны возникают из акустических колебаний, генерируемых в конвективной зоне движущимися массами газа.

Спектроскопический анализ химического состава фотосферы, хромосферы и короны показал, что в Солнце представлена почти вся таблица Менделеева, но по числу атомов здесь доминирует водород (90%). Второе место занимает гелий (чуть менее 10%). Среди всех остальных элементов наиболее обильны кислород, углерод, азот, неон, кремний, магний, сера, железо и ряд других.

Солнце принадлежит к наиболее многочисленному типу звезд, составляющих на диаграмме "спектр-светимость" плавно изогнутую линию, которую астрофизики называют Главной последовательностью. Звезды этой последовательности называют также нормальными карликами, а класс их светимости обозначают римской цифрой V, располагая ее после обозначения спектрального класса. Например, спектральный класс Солнца – G2, а его класс светимости V, то есть для Солнца используем обозначение спектрального типа G2V.

Светимости L и абсолютные звездные величины M_V (M_V – это звездная величина, которую имела бы звезда, если бы находилась на расстоянии 10 парсек от Земли) звезд Главной последовательности находятся в пределах от $10^6 L_\odot$ до $10^{-4} L_\odot$, и от -6^m до $+16^m$ соответственно. Массы этих звезд находятся в пределах от $0.1 M_\odot$ до $50 M_\odot$, радиусы звезд Главной последовательности в пределах от $0.1 R_\odot$ до $20 R_\odot$, а температуры – в пределах 2400°K – 40000°K .

Все звезды Главной последовательности генерируют энергию таким же способом, как и Солнце. Различие только в том, что у более массивных, чем Солнце, звезд основная доля энергии выделяется в результате так называемого углеродно-азотного цикла термоядерного горения водорода (объединения четырех протонов в ядро гелия), а у менее массивных, чем Солнце, звезд – в результате так называемого протон-протонного цикла. Оба цикла участвуют в энерговыделении как у более массивных, так и у менее массивных звезд, но в разной пропорции.

Различие темпа энерговыделения в недрах звезд различной массы приводит к некоторым отличиям их внутренней структуры. Если у маломассивных звезд, основу энерговыделения которых составляет протон-протон-

ный цикл, в ядрах существуют условия для выноса энергии путем излучения, а конвективная зона располагается вблизи поверхности, то в ядрах массивных звезд энергия переносится механическим путем – конвекцией, а в близких к поверхности слоях энергия переносится излучением.

Звезды Главной последовательности имеют разное время «жизни» на стадии термоядерного горения водорода. Более массивные звезды, у которых все процессы идут очень бурно, быстро расходуют свою энергию на излучение и теряют много вещества. Их время жизни в этой стадии составляет миллионы лет. Менее массивные звезды «живут» дольше. Продолжительность их нахождения на Главной последовательности составляет миллиарды лет. После стадии Главной последовательности все звезды становятся субгигантами, гигантами или сверхгигантами. О свойствах этих звезд мы расскажем в очерках в следующих выпусках календаря.

Ниже приведены характеристики некоторых наиболее ярких звезд Главной последовательности.

Таблица 1

Общие характеристики
некоторых ярких звезд Главной последовательности

Звезда	*	S_p	V	M_v	L/L_\odot	r (свет.лет)
Солнце		G2V	-26.7	+4.83		
Сириус А	α CMa A	A1V	-1.44	+1.45	26.10	8.61
	α Cen	G2V	-0.01	+4.34	1.77	4.40
Вега	α Lyr	A0V	+0.03	+0.58	61.90	25.3
Процион	α CMi	F5V	+0.40	+2.68	7.73	11.40
Ахернар	α Eri	B3V	+0.45	-2.77	5250	144
Альтаир	α Aql	A7V	+0.76	+2.20	11.80	16.8
Спика	α Vir	B1V	+0.98	-3.55	25000	262
Фомальгаут	α PsA	A3V	+1.17	+1.74	18.9	25.1
Регул	α Leo A	B7V	+1.36	-0.52	331	77.5

Таблица 2

Координаты и физические характеристики

Звезда	*	α (2000.0)	δ	V	$B-V$	$U-B$	r	S_p
Солнце	\odot	—	—	-26.7	+0.65	+0.13	$1.6 \cdot 10^{-5}$	G2V
Шератан	β Ari	$1^{\text{h}}54^{\text{m}}38^{\text{s}}.4$	$20^{\circ}48'29''$	2.64	0.13	0.08	50	A5V
Сириус	α CMa	6 45 8.9	-16 42 58	-1.46	0	-0.03	9	A1V
Кастор	α Gem	7 34 36.0	31 53 19	2.88	0.04	0.05	45	A2Vm
Процион	α Cmi	7 39 18.1	5 13 30	0.38	0.42	0.23	11	F5IV-V
Регул	α Leo	10 8 22.3	11 58 2	1.35	-0.11	-0.1	68	B7V
Мерак	β UMa	11 1 50.5	56 22 57	2.37	-0.02	-0.04	76	A1V
Цосма	δ Leo	11 14 6.5	20 31 25	2.56	0.12	0.03	68	A4V
Денебола	β Leo	11 49 3.6	14 34 19	2.14	0.09	0.02	42	A3V
Фекда	γ UMa	11 53 49.8	53 41 41	2.44	0	-0.03	80	A0Ve
Мицар	ζ UMa	13 23 55.5	54 55 31	2.27	0.02	-0.02	79	A1Vp
Спика	α Vir	13 25 11.6	-11 9 41	0.98	-0.23	-0.24	220	B2V
Бенетнаш	η UMa	13 47 32.4	49 18 48	1.86	-0.19	-0.18	163	B3V
Асраб	β Sco	16 5 26.2	-19 48 20	2.62	-0.07	-0.09	540	B1V
Сабик	η Oph	17 10 22.7	-15 43 29	2.43	0.06	0.01	73	A2V
Вега	α Lyr	18 36 56.3	38 47 1	0.03	0	-0.03	26	A0Va
Нунки	σ Sgr	18 55 15.9	-26 17 48	2.02	-0.22	-0.21	180	B2.5V
Альтаир	α Aql	19 50 47.0	8 52 6	0.77	0.22	0.14	16	A7V
Альдерамин	α Cep	21 18 34.8	62 35 8	2.44	0.22	0.11	49	A7V
Фомальгаут	α PsA	22 57 39.1	-29 37 20	1.16	0.09	0.02	23	A3V
Маркаб	α Peg	23 4 45.7	15 12 19	2.49	-0.04	-0.03	102	B9V

ПРОГУЛКА ПО ЗВЕЗДНОМУ НЕБУ

Созвездия зимнего неба

В.А.Позигун



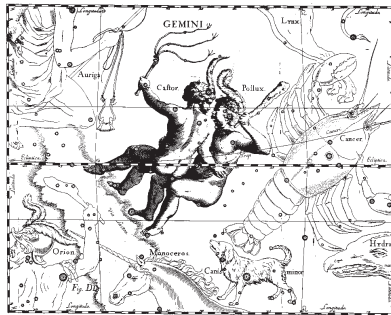
ВОЗНИЧИЙ (Auriga – Aur).

Древнеавилонское название этого созвездия «Кривая сабля». Оно ассоциировалось с превращенной в созвездие саблей Мардука. В греческой мифологии форма созвездия получила самые разные толкования. В нем видели то фигуру царя Эрихтония (сына Геи и Гефеста), который первым изобрел колесо и построил телегу, так как он вырос из земли и был получеловек – полузмей. По одним легендам его тело заканчивалось змеиным хвостом, по другим – вместо

ног были змеи. По другим легендам - это фигура Фазтона (сына бога Солнца – Гелиоса), который однажды попытался проехать на солнечной колеснице отца, но не справился с огненными конями. В результате возник пожар и образовался Млечный путь.

Особую роль во всех преданиях играет яркая звезда созвездия – Капелла. По легенде это коза Амалфея, которая вскормила своим молоком отца богов Зевса, и в знак благодарности позднее была вознесена им на небо. Именно она дала миру рог изобилия.

Основные звезды Возничего. Это Капелла (α Aur), что в переводе с латыни – “козочка”. Арабское название этой звезды – Ал-Аииоук – “запаздывающая звезда”. Менкалинан (β Aur) – по-арабски “плечо возничего”. Имеют имена и другие яркие звезды: η Возничего – Ноедус II, ι Возничего – Гаселен, ζ Возничего – Ноедус I. Цепочка звезд β - θ - ι Aur носит арабское название “поклонники запаздывающей звезды”, а цепочка ϵ - η Aur – “два козленка”.



БЛИЗНЕЦЫ (Gemini – Gem). Это зодиакальное созвездие было известно еще в Вавилоне под названием «Великие близнецы». В Греции это название ассоциировалось с мифическими братьями Диоскурами (с греч. буквально «сыновья Зевса»), Кастором и Полидевком (лат. Поллукс). Они были сыновьями спартанской царицы прекрасной Леды. Отцом Полидевка был Зевс, давший ему бессмертие, а смертный Кастор

был сыном спартанского царя Тиндария. У царицы Леды были еще и дочери. От Зевса – Елена, от Тиндария – Клитемнестра.

Оба брата были великими героями Греции, и легенды приписывают Диоскурам много всевозможных подвигов, в том числе и участие в походе на корабле Арго за золотым руном. Но случилось так, что в одной из потасовок Кастор был смертельно ранен. Молил Полидевк отца своего Зевса дать ему умереть вместе с братом. Явился громовержец своему сыну и предложил ему на выбор или жить вечно юным в кругу светлых богов на Олимпе, или жить вместе с братом часть времени в мрачном царстве Аида, а часть времени на светлом Олимпе. Не захотел Полидевк расставаться с братом и выбрал общую с ним долю. Как символ братской любви и единства, сияют они на зимнем небе. Летом же они переходят на дневную половину суток, и греки думали, что братья в это время года находятся в подземном царстве Аида.

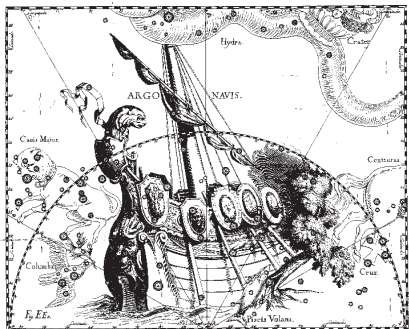
Основные звезды Блинецов. Это Кастор (α Gem). Птоломей назыв. эту звезду Апполон. Арабы называли её Raasot-Tawaan el-Mokaddam – “Голова переднего близнеца”. Поллукс (β Gem). Птоломей называл эту звезду Геркулес. Арабы называли её Raasot-Tawaan el-Moakhar – “Голова последующего близнеца”. Альхена (γ Gem) с арабского ал-хан’а “тавро, клеймо”. Васат (δ Gem) с арабского васат “середина”. Тейт приор (η Gem) от лат. prior “первый, идущий впереди”. Тейт постериор (μ Gem) от лат. posterior “следующий, последующий”. Цепочка звезд α - β Gem носит арабское название “протянутая рука”, цепочка γ - ζ Gem – “рубец на верблюжьей шее от красного горячего железа”, а цепочка μ - η - ν Gem – “двугорбые верблюды”.

ЕДИНОРОГ (Monoceros – Mon). Это обширное, но бедное яркими звездами созвездие появилось на звездной карте немецкого астронома Якова Барчиуса в 1624 году. Единорог – сказочное животное, а за что ему такая честь оказана, сказать трудно.

НАСОС (Antlia – Ant). Это созвездие представляет группу тусклых звезд, которые очень трудно обнаружить на небе невооруженным глазом. Название созвездию дал в 1752 году известный исследователь южного неба французский астроном Никола Луи де Лакайль, нанесший на карты звездного неба 10 000 звезд. Лакайль выделил и дал названия 14 созвездиям. Первоначальное название этого созвездия – Воздушный Насос.

КОМПАС (Pyxis – Pux). Киль, Корма и Паруса составляли ранее главные части созвездия Корабль. С созвездием Корабль связывали древнегреческий миф о корабле Арго. Древнее созвездие Корабль было разделено Лакайлем в 17-ом веке на три созвездия. Рядом появилось также созвездие Компас.





КОРМА (Puppis – Pup). Корма – часть мифического корабля аргонавтов, на котором они отправились в Колхиду за золотым руном.

Основные звезды Кормы. Звезда ζ Pup – называется Наос, а χ Pup – Асмидиске.

ГОЛУБЬ (Columba – Col). Возможно, это созвездие введено в честь голубя, севшего на ковчег Ноя с пальмовой веткой в клюве.



Его так изображают на звездных картах. Название созвездия дал Ян Гевелий в конце 17-го века.

Основные звезды Голубя. Звезда α Col – называется Факт, а β Col – Везн, а цепочка звезд μ - γ - ϵ Col – ζ CMa носит арабское название Al-Korood – “обезьяны”.

РЕЗЕЦ (Caelum – Cae). Название введено французским астрономом Никола Луи де Лакайлем в 1752 году. Названия 14 созвездий, которые он ввел, получили свои названия по предметам техники, научного или астрономического обихода, что являлось данью времени начала технической революции. Лакайль завершил деление южного неба на созвездия, начатое голландскими мореплавателями около 1600 года.



ЭРИДАН (Eridanus – Eri). Это созвездие еще в древности называли просто «Река». Интересно, что в этой области неба вавилонская астрономия выделяла созвездие «Светило Эриду» (Eridu), которое созвучно греческому Eridanos. Согласно мифу Эридан это река, в которую упал Фатон, несчастный водитель колесницы Солнца, и до сих пор должна пылать в глубинах реки колесница Солнца. В эпоху античности имя Эридан носила мифическая река на крайнем севере Европы.

Основные звезды Эридана. Самая яркая звезда имеет два названия. Ахернар (α Eri), что по-арабски означает “конец реки”, второе тоже арабское – Страус (самец). Другие звезды также имеют названия: Курса (в Eri), Заурак (γ Eri), РАНА (δ Eri), Зибаль (ζ Eri), АЗА (η Eri), Акамар (θ^1 Eri) (араб. ахир ан нахр “конец реки”, т. к. в древности считалась окончанием реки Эридан). Цепочка звезд ζ - ρ - η - τ^1 - τ^2 - τ^3 - τ^4 - τ^5 – Eri- ϵ - η -Cet носит арабское название Od-hey-Naam – “место высживания (яиц) страусами”. Другая цепочка звезд λ - β - ψ - Eri - τ^1 Ori носит арабское название Korsiol-Gawzaa el-Mokaddam – “передний стул Гавза”.

КОСМИЧЕСКАЯ МИССИЯ РОЗЕТТА

Миссия Розетта и «розеттский камень»

К.И. Чурюмов

По современным научным представлениям, ядра комет состоят из первичного вещества, которое входило в состав протопланетного облака, из которого 5 миллиардов лет тому назад образовались тела Солнечной системы. Следовательно, хвостатые путешественницы были свидетелями рождения Солнца и планет и несут в себе ценную информацию о происхождении и развитии звездных и планетных миров. И вот 2 марта 2004 года к ядру периодической кометы Чурюмова-Герасименко успешно стартовала ракета Ариан с французского космодрома в Южной Америке с космическим аппаратом Розетта с целью посадки с его помощью спускаемого модуля Филы на ледяное ядро этой кометы. Такой эксперимент будет проводиться впервые в мире и он позволит раскрыть волнующую тайну рождения тел Солнечной системы, в том числе и нашей планеты Земли, и, возможно, загадку происхождения жизни на Земле.

В 1986 году было осуществлено несколько космических миссий к ядру кометы Галлея (1P) и с помощью космических аппаратов (КА) Вега-1, Вега-2, Джотто, Суисей, Сакегаке и Айс, получены уникальные данные о геометрических и физических свойствах ядра этой знаменитой кометы, об элементном составе кометных пылинок, о параметрах магнитного поля вблизи ядра, о взаимодействии солнечного ветра с плазменным хвостом кометы и тому подобном. Тем не менее, эти миссии поставили ряд новых, острых вопросов относительно кометных ядер и физических механизмов, отвечающих за процессы газо- и пылевыведения и образования плазменных структур в голове и хвосте кометы Галлея.

Основной задачей, поставленной перед космической миссией Розетта является изучение проблемы происхождения комет, связи между кометным и межзвездным веществом и их значения для происхождения Солнечной системы. С помощью космической миссии Розетта предполагается проведение исследования глобальных характеристик кометного ядра, определение его динамических свойств, изучение морфологии поверхностного слоя ядра и его химического состава, определение химического, минералогического и изотопного состава летучих и тугоплавких веществ в кометном ядре, определение физических свойств и соотношения летучей и тугоплавкой компоненты кометного ядра, мониторинг развития кометной активности и физических процессов в поверхностном слое ядра и внутренней коме (взаимодействие газа и пыли), а также исследование глобальных характеристик астероидов, включая определение динамических параметров, поверхностной морфологии и состава малых планет.

Первоначально главным объектом для исследований в рамках миссии Розетта была выбрана короткопериодическая комета Виртанена, диаметр ядра которой составляет около 1 км. Именно под такое небольшое ядро и стала проектироваться вся научная аппаратура Розетты и ее спускаемого модуля Филы, который первоначально именовался просто Лендером.

Однако после неожиданной аварии с новым более мощным типом ракеты Ариан на космодроме Куру в декабре 2002 года ближайшие старты этой ракеты с космодрома, в том числе и намеченный на 19 января 2003 года запуск ракеты Ариан с КА Розеттой к комете Виртанена, были отменены. Этот факт поставил под угрозу весь дорогостоящий проект Розетта стоимостью около 1 миллиарда евро, так как полет к комете Виртанена стал невозможным с помощью стандартной ракеты Ариан 5 – для этой цели требовалась более мощная ракета типа российского Протона. Даже начались предварительные переговоры с российским космическим агентством о предоставлении для проекта Розетта ракеты Протон, чтобы отправить на нем Розетту в 2004 году к комете Виртанена.

Одновременно стали изучаться возможности и других короткопериодических комет семейства Юпитера как возможных кандидатов в качестве главной цели проекта Розетта. Вскоре расчеты небесных механиков показали, что единственной кометой (известно на сегодняшний день около 200 периодических комет), подходящей для такой цели является короткопериодическая комета 67P/Чурюмова-Герасименко. Ожесточенные дискуссии велись вплоть до 11 мая 2003 года, так как большинство специалистов-разработчиков приборов для Розетты настаивали на сохранении статуса главной цели для Розетты за кометой Виртанена. Но на совещании Европейского космического агентства (ЕКА) 11-13 мая 2003 года было принято окончательное решение руководства ЕКА относительно главной цели Розетты, которой, к нашей радости, оказалась короткопериодическая комета, открытая 35 лет тому назад в Киеве – комета 67P/Чурюмова-Герасименко.

Название миссии – это аббревиатура названия проекта на английском языке, которая удачно совпадает с названием древнего города Розетта, который находился в дельте реки Нил и вблизи которого французским капитаном армии Наполеона Пьером Бушаром 15 июля 1799 года была найдена базальтовая плита или, иначе, знаменитый “розеттский” камень. На нем сохранились записи одного и того же текста, но на трех языках: древнеегипетском (иероглифами), коптском (египетском демотическим шрифтом) и древнегреческом. Коптский и древнегреческий язык знали хорошо, и это дало возможность впервые Томасу Янгу и Жану Франсуа Шампольйону в 1822 году расшифровать древнеегипетские иероглифы, что позволило открыть всему миру интереснейшую историю древнего Египта. Эти три текста были нанесены на плиту в 196 году до н.э. и представляли собой благодарственную надпись египетских жрецов царю Птолемею V Епифану, который руководил Египтом в 204-180 годах до н.э.

Розеттский камень сохраняется в Лондоне в Британском музее, хотя Египет требует возвращения этой исторической национальной святыни на родину. Символическое название миссии Розетта и состоит в том, что пока еще таинственное ядро кометы Чурюмова-Герасименко, после посадки на него посадочного модуля Филы, сыграет своеобразную роль “розеттского” камня для расшифровки тайн ледяных кометных ядер. А от этого прямой путь к волнующей разгадке происхождения Солнечной системы и жизни на Земле.

Один из приборов на борту Розетты так и называется “Птолемей” – его назначение сделать анализ газов, которые выделяются из ядра кометы. Из других приборов, установленных на спускаемом модуле, надо назвать прибор “Концерт”, что с помощью радиоволн изучит внутреннее строение ядра кометы, а также очень чувствительный прибор “Козак” (аббревиатура от “Cometary Sampling and Composition Experiment”) для изучения химического состава и структуры вещества на поверхности кометного ядра. Это знаменательно, что через много миллиардов лет после Большого Взрыва (который произошел 13.7 миллиардов лет тому назад) имя Украины будет находиться в фокусе самого интригующего эксперимента в истории человеческой цивилизации.



Рис. 1. Розеттский камень с идентичными текстами на трех языках

Краткая история кометы 67P/Чурюмова-Герасименко

Летом 1966 года кафедра астрономии Киевского государственного университета имени Т.Г.Шевченко (КГУ) снарядила и отправила первую кометную экспедицию в Таджикистан на гору Санглок с целью наблюдений и поисков комет фотографическими и визуальными способами. В 1968 году вторая кометная экспедиция КГУ проводила наблюдения и поиски комет в Туркменистане на горе Душак. А в 1969 году мы со Светланой Ивановной Герасименко, которая тогда была аспирантом профессора С.К.Всехсвятского, в составе третьей кометной экспедиции КГУ отправились в Казахстан в Алма-Атинскую обсерваторию Астрофизического института имени академика В.Г.Фесенкова. Нас привлек имеющийся там светосильный 0.5- метровый менисковый макутовский рефлектор.

С его помощью мы организовали патрулирование нескольких короткопериодических комет семейства Юпитера, отсняли много фотопластинок и выполнили их исследования. На пяти снимках мы нашли диффузный объект, который сначала приняли за периодическую комету Кома Сола, которую мы и снимали на эти же пластинки. Позднее, когда мы вернулись из экспедиции в Киев, то выяснили, что этот объект по координатам отличается на 2 градуса от расчетного положения кометы Кома Сола. Это вызвало у нас удивление, и мы начали искать таинственный объект на других снимках. И еще на четырех снимках, почти на самом краю пластинок, обнаружили этот же объект. Пять его точных положений, определенных по снимкам, давали возможность точно вычислить орбиту кометы. Она оказалась эллиптической и принадлежала до сих пор неизвестной короткопериодической комете с периодом 6.5 лет.

О нашем открытии мы сообщили в Центральное бюро астрономических телеграмм в США доктору Б.Марсену, где фиксируются откры-



Рис. 2. Открыватели кометы 67P К.И.Чурюмов и С.И.Герасименко в 2002 году (Киев).

тия объектов во Вселенной и Солнечной системе. Через несколько дней нам пришло сообщение, что это действительно новая комета и ее зарегистрировали как комету 1969h или комету Чурюмова-Герасименко. Сейчас эта комета имеет постоянный номер 67P во всех каталогах комет. С момента открытия эта комета уже возвращалась к Земле 6 раз. И вот перед ее седьмым появлением вблизи Солнца к комете отправлен КА «Розетта», который достигнет ее в 2014 году.

Интересной оказалась и динамическая история кометы 67P, то есть эволюция ее орбиты в прошлом. Оказалось, что за 10 лет до открытия в 1959 году комета прошла от Юпитера на очень близком расстоянии в 0.05 астрономической единицы или 7.5 миллионов км, что существенно трансформировало все элементы ее орбиты и, главным образом, перигелийное расстояние, которое до этого сближения превышало 2.5 а.е., а после сближения уменьшилось до 1.3 а.е. Именно после такого заметного изменения орбитальных элементов комета стала доступной для фотографических наземных наблюдений, попала в поле зрения нашего менискового телескопа в Алма-Ате и была открыта.

Ее элементы орбиты в шестом появлении в 2002 году были такими:

- наклонение орбиты – 7.12° ;
- расстояние от Солнца в перигелии – 1.292 а.е.;
- расстояние от Солнца в афелии – 5.722 а.е.;
- период обращения – 6.567 года;
- дата прохождения перигелия – 18 августа 2002 года.

Как ученые готовятся к миссии Розетта?

Миссии Розетта было посвящено несколько больших международных конференций – в Голландии, Австралии, Венгрии, Италии и других странах. Так, например, по проблемам миссии «Розетта» 12-15 октября 2003 года была проведена очень представительная научная конференция в Италии, на острове Капри, посвященная, главным образом, комете, к которой летит «Розетта». Там был рассмотрен точный график полета КА «Розетта» к комете Чурюмова-Герасименко, обсужден комплект приборов, которые будут задействованы в эксперименте, проанализированы результаты наземных наблюдений и исследований этой кометы в 2003 году. Я принимал участие в этой конференции по приглашению Европейского космического агентства и выступил там с устным 30-минутным докладом об открытии и исследовании кометы 67P/Чурюмова-Герасименко в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко. А интересных научных результатов по этой комете нами получено очень много. Эта информация оказалась очень важной для

миссии “Розетта”, к старту которой оставалось тогда не так уж и много времени.

Один из ключевых приборов под названием Алиса, который будет установлен на орбитальном модуле Розетта, был продемонстрирован на конференции на острове Капри профессором Эленом Стерном – руководителем проекта „Новые горизонты”, космической миссии на планету Плутон и в пояс Койпера. Прибор массой 2.35 кг предназначен для получения ультрафиолетовых спектров кометной атмосферы (в далеком ультрафиолете 700-2050 Е) вблизи поверхности ядра и изучения в ней обилия атомов углерода, водорода, кислорода, азота и серы, а также содержания благородных газов – гелия, неона, аргона, криптона и др. Как заявил на конференции Э.Стерн, Алиса готова для установки на Розетте на 100%.

В перерыве заседаний я побеседовал со Стерном по поводу его космического проекта к Плутону, о возможностях его Алисы и подержал прибор в своих руках. Я поблагодарил Элена Стерна за создание такого уникального прибора, который довольно легок, компактен и обладает высокой чувствительностью, точностью и информативностью. Э.Стерн, со своей стороны, поблагодарил меня за открытие вместе с С.Герасименко уникальной кометы, которая, в случае успеха всей космической миссии, прольет свет на многие тайны Солнечной системы и, в первую очередь, на ее раннюю историю.

Сейчас мощнейшие телескопы мира – космический телескоп Хаббл (HST) и телескоп Европейской южной обсерватории ВЛТ (на английском языке VLT или Very Large Telescope), расположенный в пустыне Атакама (Чили), нацелены на комету Чурюмова-Герасименко. Много снимков этой кометы, полученных с помощью космического телескопа Хаббла, сейчас можно найти в Интернете. На основе этих наблюдений были определены размеры ядра кометы Чурюмова-Герасименко 3х5 км (эффективный радиус ядра – 1.98 км), период обращения вокруг собственной оси – 12 часов (то есть сутки на комете 67P равны 0.5 земных суток) и приблизительно определена форма ядра кометы, которая напоминает гигантский крест, если смотреть с полюса ядра, и шляпу, если смотреть на ядро сбоку.

А самое последнее наблюдение кометы Чурюмова-Герасименко было сделано 26 февраля 2004 года с помощью 8-метрового ВЛТ телескопа Европейской южной обсерватории в Чили. Комета находилась в это время на расстоянии почти в 600 млн. км от Солнца и, естественно, не имела ни комы, ни хвоста. Именно на такое голое безатмосферное ядро кометы 67P и будет совершена посадка модуля Филы в 2014 году.

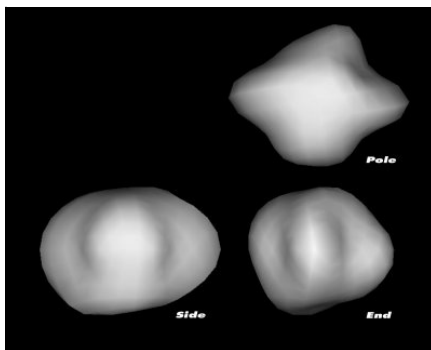


Рис. 3. Ядро кометы 67P/Чурюмова-Герасименко глазами телескопа Хаббла.

Успешный старт ракеты-носителя Ариан 5 с КА Розеттой и Филами

В феврале-марте 2004 года я был приглашен в Германию в Институт аэронавтики Макса Планка его директором профессором Гельмутом Розенбауером, главным специалистом по посадочному модулю Филы на ядро кометы. Этот институт давно зарекомендовал себя с самой лучшей стороны разработкой и изготовлением высокоточных приборов для установки их на многих космических аппаратах, в том числе и на Розетте.

Из Германии, я по приглашению генерального директора Европейского космического агентства Жан-Жака Дордена вылетел из Парижа специальным рейсом (VIP flight №158) во Французскую Гвиану на космодром Куру, где велись приготовления к старту № 158 ракеты Ариан 5 с Розеттой на борту.

Первая попытка запуска ракеты Ариан намечалась на 4 часов 16 минут 00 секунд (по всемирному времени) 26 февраля 2004 года. Однако из-за сильного ветра в высоких слоях атмосферы, облачности и дождя старт был перенесен на утро 27 февраля. Но и вторая попытка на следующий день сорвалась из-за неисправности теплоизоляции одного из двигателей ракеты Ариан. Так как окно для запуска Розетты к комете было открыто еще до 21 марта 2004 года, то после исправления досадной неисправности с теплоизоляцией 2 марта 2004 года в 9 часов 17 минут 44 секунды киевского времени с площадки ELA3 космодрома Куру во Французской Гвиане успешно стартовала ракета-носитель Ariane-5G+ (это по счету был 158-й пуск ракеты Ариан на космодроме Куру), которая вывела в космос межпланетный зонд Розетта (28169 / 2004 006A).

Через 2 часа 15 минут после старта произошло успешное отделение КА Розетта от второй ступени ракеты Ариан, раскрылись панели солнечной батареи, после чего Розетта с посадочным модулем Филы вышла на заданную траекторию полета. Через несколько дней полета, когда орбита стабилизировалась, небесные механики просчитали детальный сценарий миссии, согласно которому Розетта для того, чтобы с расчетной точностью приблизиться к ядру кометы Чурюмова-Герасименко, должна совершить три гравитационных маневра вблизи Земли и один возле Марса, после чего ничто ей больше не помешает достигнуть желанной цели.

Сейчас Розетта совершает свой первый виток по околосолнечной орбите, чтобы в марте 2005 года вернуться к Земле и, получив от нее первый гравитационный импульс, направиться вокруг Солнца к Марсу. В марте 2007 года второй виток Розетты по уже слегка вытянутой околосолнечной орбите завершится пролетом вблизи планеты Марс на высоте около 200 км, так как именно на такой пролетной высоте Розетта получит от него второй ускоряющий гравитационный импульс, который еще больше растянет околосолнечный орбитальный эллипс Розетты и отправит ее к Земле. При пролете вблизи Марса приборы Розетты проведут детальное картографирование поверхности Марса и другие исследования.

В ноябре 2007 года пролетая вблизи Земли, Розетта получит третий гравитационный импульс на своем третьем витке и отправится к Солнцу по еще больше вытянутой эллиптической орбите. Обогнув Солнце, Ро-

зетта 5 сентября 2008 года, находясь в главном поясе астероидов, приблизится на 1700 км к астероиду Штейнс (№ 2867) и передаст на Землю его изображения и другие научные данные о нем.

Возвращаясь из пояса астероидов к Солнцу, Розетта в ноябре 2009 года пролетит вблизи Земли, совершит свой четвертый гравитационный маневр и перейдет на окончательную орбиту полета к комете Чурюмова-Герасименко. Обогнув в четвертый раз Солнце, Розетта 10 июля 2010 года пролетит на расстоянии 3000 км от крупного астероида Лютетия (№ 21) диаметром 99 км и сфотографирует его. Астероид Лютетия движется по эллиптической орбите с большой полуосью $a=2.43$ а.е., эксцентриситетом $e=0.163$ и наклоном $i=3.1^\circ$. Такой крупный астероид будет исследоваться с помощью КА впервые.

После пролета вблизи Лютетии все приборы Розетты будут переведены в «спящий» режим почти на 4 года до подлета к ядру кометы Чурюмова-Герасименко. В мае 2014 года Розетта снизит свою скорость относительно ядра кометы до 2 м/сек, приблизится к нему на расстояние 25 км и перейдет на орбиту искусственного спутника ядра кометы. Все приборы Розетты будут приведены в полную готовность, чтобы начать систематические исследования ядра и околоядерной области кометы. В это время будет проведено полное и детальное картографирование поверхности ядра кометы, которое позволит впервые в мире построить детальный «глобус» ядра кометы. Подробный анализ поверхности ядра кометы даст возможность выбрать пять площадок на его поверхности для безопасной посадки спускаемого модуля Филы.

В ноябре 2014 года будет проведен самый сложный и главный этап всей миссии Розетта – отделение от орбитального модуля спускаемого зонда Филы и посадка его на одну из 5 выбранных для этой цели безопасных площадок на ядре кометы.

При этом будет включен двигатель на Филах, который погасит скорость зонда до величины меньше 1 м/с. Филы совершит мягкую посадку сперва на одну из трех его ножек, затем обопрется и на две другие ножки, когда они коснутся кометного грунта. При касании второй ножки из зонда выдвинется специальный гарпун, который, проникнув в кометный грунт, закрепит модуль Филы на кометном ядре и сделает его положение надежно устойчивым. После закрепления Фил на кометном ядре 9 приборов, установлен-

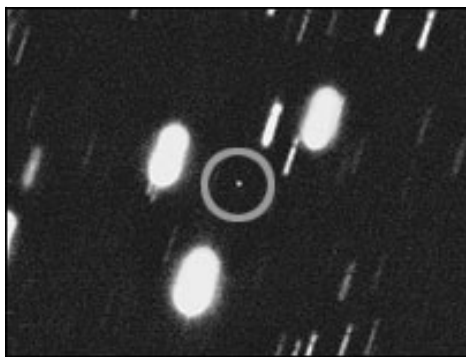


Рис. 4. Изображение кометы 67P/Чурюмова-Герасименко 26 февраля 2004 года, полученное с помощью VLT-телескопа Европейской южной обсерватории в Чили.

ные на нем, по команде с Земли будут «расчехлены» и приступят к главной задаче миссии – комплексного исследования загадочного реликтового вещества кометного ядра и Солнечной системы.

Филы – это уникальный научный контейнер массой около 21 кг. На нем установлено 9 приборов: спектрометр альфа лучей, протонов и рентгеновских лучей (АРХ) для исследования элементного состава кометного вещества; газо-хроматограф и масс-спектрограф КОЗАК и МОДУЛУС/ПТО-ЛЕМЕЙ для исследования химического состава, изотопного состава и идентификации сложных органических молекул в кометном веществе; СЕЗАМ для акустического исследования вещества поверхностного слоя ядра, измерения диэлектрических свойств среды, окружающей ядро и мониторинга столкновений с пылевыми частицами; МУПУС для изучения физических свойств вещества кометы; КОНЦЕРТ для исследования электрических характеристик всего ядра и его внутренней структуры; РОМАП для исследования кометного магнитного поля и его взаимодействия с солнечным ветром; СИВА для получения изображений рельефа ядра в месте посадки Филы и РОЛИС для обеспечения бурения кометного грунта и исследования вещества, которое находится под поверхностным слоем ядра, для изучения распределения и величины электрических зарядов на ядре и в образцах кометного грунта, который будет помещен в специальный коллектор.

На орбитальном модуле Розетте будут работать следующие приборы: ОЗИРИС, АЛИСА, ВИРТИС, МИРО – для получения дистанционным путем прямых изображений поверхности ядра и спектральных исследований ядра и околоядерной области; РОЗИНА, КОЗИМА, МИДАС – для анализа химического состава кометного вещества, КОНЦЕРТ – для исследования крупномасштабной структуры ядра совместно с аналогичным прибором, установленном на Филах, ГИАДА – для исследования потока пыли и распределения пылевых частичек по массам, РПС – для исследования кометной плазмы и ее взаимодействия с солнечным ветром, РСИ – для исследования кометы с помощью радиоволн.

С модуля Филы научные данные, полученные каждым из его 9 высокоточных и чувствительных приборов, будут передаваться на орбитальный модуль Розетту, а оттуда с помощью радиотелескопа вместе с данными, полученными 11 приборами Розетты, вся научная информация будет передаваться на Землю.

Для питания приборов космической орбитальной лаборатории будет использоваться солнечная батарея, площадью 32 м². С помощью 2-х метровых антенн радиотелескопа, установленного на Розетте, впервые в истории науки будут поступать в научные лаборатории на Земле уникальные данные о реликтовом веществе Солнечной системы. Многие ученые считают, что это – эксперимент тысячелетия, а по количеству израсходованных на него средств, – большее одного миллиарда евро, – это будет наиболее дорогой эксперимент в истории науки, но “игра стоит свеч”. Без всякого сомнения – это уникальный эксперимент в истории человеческой цивилизации.

НОВОСТИ АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКИ

М.И.Рябов

Пролет астероидов вблизи Земли. Не успели астрономы прийти в себя от пролета вблизи Земли 18 марта 2004 года астероида 2004 FH на расстоянии всего 48 тыс. км, как очередной астероид 2004 FY15 пролетел от Земли 27 марта 2004 года на расстоянии около 200 тысяч км. Заметим, что так называемые потенциально опасные для Земли астероиды пролетают на расстояниях больших, чем размеры лунной орбиты (380 тыс. км.). Сегодня таких астероидов известно около 600. Однако, впервые за всю историю наблюдений система автоматического обнаружения LINEAR, обнаружила столь близкий пролет космических объектов вблизи Земли. Оба астероида имеют размеры около 30 км. При столкновении таких астероидов металлического типа с Землей произошло бы явление, равносильное взрыву ядерной бомбы в 10-15 мегатонн, а астероиды каменного типа разрушились бы в верхней атмосфере. Реальные наблюдения показывают, что такие явления могут быть чаще, чем теоретически рассчитанные – раз в 10 лет.

Первый частный полет человека в космос.

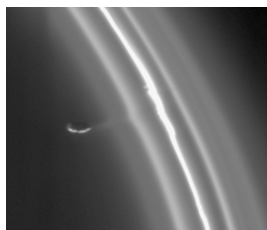
21 июня пилот Майк Мелвилл (Mike Melvill) совершил исторический полет на крылатом космическом корабле номер 1. Это был первый полет человека в космос на корабле частной компании. Корабль достиг высоты 62 мили (100 км) и вышел на суборбитальную траекторию, подобно тому, как это происходило в первых космических полетах в рамках программы Меркурий космического агентства NASA. Какой оттуда открывался вид! Во время полета работала видеочкамера, с ее помощью получено изображение с видом на Калифорнию и земной лимб. На переднем плане видны сопло ракеты космического корабля, работающей на гибридном топливе, а также край крыла. Крыло имеет конфигурацию "пера", которая облегчает повторный вход в атмосферу. Космический корабль номер 1 был спроектирован и построен Бертом Ратаном (Burt Rutan) и его компанией Scaled Composites для участия в соревнованиях и выиграл премию X Prize в размере 10 миллионов долларов за значительный вклад в развитие космонавтики.



Крыло имеет конфигурацию "пера", которая облегчает повторный вход в атмосферу. Космический корабль номер 1 был спроектирован и построен Бертом Ратаном (Burt Rutan) и его компанией Scaled Composites для участия в соревнованиях и выиграл премию X Prize в размере 10 миллионов долларов за значительный вклад в развитие космонавтики.

Астероид Таутатис пролетел вблизи Земли. 29 сентября 2004 года произошло сближение с Землей астероида Таутатис, который пролетел на расстоянии 1.55 млн. км. Столь близкое его сближение с Землей следующий раз произойдет в 2562 году. Астероид открыт Палласом 4 января 1989 года. «Свидания» астероида с Землей происходят каждые четыре года. Последние три сближения с Землей таковы: 8.12.1992 сближение было на расстоянии 3.6 млн. км, 26.11.1996 – 5.3 млн. км, 31.10.2000 – 11 млн. км. Астероид имеет размеры 1.92x2.3x4.6 км и вращается вокруг двух осей с периодами 5.4 и 7.4 дня. Поверхность астероида испещрена кратерами и бороздами.

«Кассини» исследует Сатурн. 18 мая 2004 года космический аппарат «Кассини» со спускаемым зондом «Гюйгенс» вошел в систему Сатурна и 1 июля, подойдя на минимальное расстояние к Сатурну, стал его спутником. «Кассини» подлетел с нижней стороны колец, прошел через щель между кольцами F и G, обнаружив там довольно плотную пыль, затем затормозился при помощи двигателя и вышел на орбиту планеты. При этом был уточнен период вращения Сатурна, который оказался равным 10 часов 45 минут 45 секунд. 11 июня 2004 года с расстояния в 2 тыс. км были получены изображения и составлена карта поверхности небольшого спутника Фебы, который движется вокруг Сатурна на самой удаленной орбите на расстоянии более 12 млн. км, имея размеры 220 км, и вращается с периодом 9 часов 16 минут. На его поверхности обнаружен кратер диаметром в 50 км.



Спутник Сатурна Прометей взаимодействует с кольцом.

16 июня 2004 года произведен очередной маневр и «Кассини» начал основную программу исследований. За 4 года аппарат совершит 76 оборотов вокруг Сатурна, 52 раза будет произведено сближение с известными спутниками (31 спутник), в том числе 45 раз произойдет сближение со спутником Титаном. 25 декабря 2004 года начнется подготовка к отделению от «Кассини» спускаемого аппарата «Гюйгенс», который совершит мягкую посадку на поверхность Титана, единственного спутника в нашей солнечной системе, обладающего азотной атмосферой в 10 раз более плотной, чем у Земли. «Кассини» уже обнаружил на Сатурне радиоволны, образуемые молнией, а также новый радиационный пояс, а на спутнике Титан дневное и ночное сияние и два слоя тумана.

Космические корабли исследуют Марс. Космический аппарат «Марс Экспресс», отправившийся в июне 2003 года к Марсу, прислал на Землю цветные, трехмерные изображения планеты, сфотографированные с расстояния в несколько млн. км (аппарат должен представить абсолютно новую карту Марса). Его радар с орбиты Марса изучает поверхность планеты до глубины 5 км. Уже первые наблюдения показали наличие больших запасов воды (млрд. тонн) под слоем замерзшего углекислого газа в южной полярной шапке. А «Марс Одиссей» обнаружил водяной лед в северной полярной шапке, показав, что она состоит из 85% замерзшей углекислоты и 15% водяного льда в центральных частях шапки, с увеличением вклада водяного льда (до 100%) к краям. Далее идут обширные зоны вечной мерзлоты, окружающие полярную шапку на многие десятки километров. «Марс Экспресс» обнаружил также наличие аммиака и метана в атмосфере Марса, быстро исчезающих газов, обычно, органического происхождения.

В январе 2004 года американские роботы «Спирит» и «Оппортуни» приступили к исследованиям. Первый уже обнаружил в почве Марса хризолит, пироксен и магнитный железняк, вещества, распространенные в базальтовых вулканических отложениях на Земле.

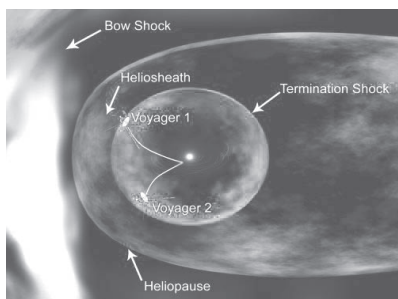
Существует ли десятая планета? 17 февраля 2004 года астрономы США обнаружили новый объект за орбитой Плутона, получивший название 2004 DW «Седна» (имя эскимосской богини океана). С 1992 года за орбитой Нептуна было обнаружено около 800 небесных тел. Пять из них могут быть диаметром более 1000 км. Этой же группой ученых в 2002 году был обнаружен астероид «Квавар» (диаметр 1000-1400 км), по своим размерам приближающийся к размерам Плутона. Новое космическое тело (диаметр 840-1800 км) может оказаться больше, чем «Квавар». Планета Плутон имеет диаметр около 2300 км, а его спутник Харон всего 1300 км. Таким образом, объект 2004 DW может оказаться даже больше, чем Харон. Орбита 2004 DW на 2.4 млрд. км больше, чем у Плутона.

О существовании большого числа достаточно крупных объектов за орбитой Плутона астрономы подозревали уже давно. Однако пока не обнаружено ни одного заметно выделяющегося по своим размерам, чтобы его можно было назвать десятой планетой. Впрочем, окончательное решение этого вопроса остается за Международным астрономическим союзом, наделенным правом присваивать имена и устанавливать классификацию космических объектов.

Солнечные бури на окраинах Солнечной системы. Насколько далеко

распространяется действие потоков частиц и ударных волн от солнечных вспышек? Рассказать об этом могут космические аппараты, которые летают в различных частях нашей солнечной системы. На самом близком из них («Марс Одиссей»), находящемся около Марса, через сутки после мощной солнечной вспышки вышел из строя прибор, предназначенный для регистрации эффектов солнечных бурь. За неделю потоки энергичных частиц и ударные волны от этих вспышек достигли Юпитера, где в то время пролетал космический аппарат «Улисс», исследующий Солнце, и космический аппарат «Кассини», летевший к Сатурну. Оба космических аппарата повреждений не имели. При этом «Кассини» зарегистрировал магнитную бурю на Сатурне. Сегодня самый удаленный от Земли космический аппарат «Вояджер-1».

Он был запущен в 70-е годы XX века и находится от нас на расстоянии 14.4 млрд. км еще внутри Солнечной системы, приближаясь к ее границе. В июле месяце этого года потоки энергичных частиц (скорость их уменьшилась вдвое) достигли и этих космических аппаратов, но не повредили их. Самое интересное заключается в том, что этот «космический экс-



Вояджер-1, запущенный в 1977 году, находится сейчас на расстоянии 12 св. часов, то есть 90 а.е. от Солнца. Этот космический корабль - самый удаленный посланник человечества в космос. Аппаратура продолжает работать и посылать на Землю информацию. Судя по последним данным, корабль пересекает так называемую "терминальную" ударную волну солнечного ветра.

пресс» энергичных частиц достигнет границы солнечной системы и, отразившись от нее, начнет двигаться обратно. «Вояджер» первым должен почувствовать их повторный удар и, благодаря его измерениям, мы сможем узнать, где находится граница Солнечной системы.

Найдена ли планета подобная Земле? Недавно появилось сообщение об открытии европейскими астрономами планеты, получившей название «СуперЗемля» у звезды, которая расположена от нас на расстоянии 50 световых лет, и находится в созвездии Жервентник. Сообщалось, что эта планета самая маленькая из числа обнаруженных в настоящее время планет других звезд. Однако дальнейшие уточнения лишают нас надежды считать эту планету подобной Земле, так как она в 14 раз больше Земли (сопоставима с планетой Уран) и расположена близко к своей звезде (период обращения всего 9.55 суток). Однако у нее есть признаки присутствия атмосферы. Эта планетная система включает две еще более массивные, подобные Юпитеру, планеты, которые обращаются вокруг звезды с периодом 637 и 1300 дней. Таким образом, эта планетная система, увы, мало похожа на Солнечную систему.

Открыто 120 новых внесолнечных планет. Космический телескоп «Хаббл» открыл сразу около сотни новых планет, обращающихся вокруг звезд нашей Галактики. Открытие сделано за неделю исследований в феврале 2004 года. Число известных планет за пределами Солнечной системы уже достигает 230. Первая внесолнечная планета была обнаружена 12 лет назад методом с применением эффекта Допплера. Теперь же наличие планеты у звезды находят по изменению блеска (затмению) звезды при прохождении планеты по ее диску, при этом можно исследовать атмосферу 10-20% вновь открытых планет. Открытие позволяет ученым предположить, что в нашей Галактике существует немало планет, что говорит о возможности существования жизни во Вселенной.

Космический телескоп Хаббла нашел кислород на планетах у других звезд. Впервые зарегистрировано присутствие кислорода и углерода на планете Осирис у звезды в созвездии Пегаса, находящейся на расстоянии 150 световых лет от Земли. Это открытие, сделанное французскими учеными, является подтверждением возможности определять химический состав далеких объектов.

Вспышка сверхновой в близкой галактике. 17 августа 2004 года космический телескоп Хаббла обнаружил взрыв сверхновой звезды 2004 dj в галактике NGC 2403, расположенной в созвездии Жирафа и находящейся от нас на расстоянии 11 млн. световых лет. В момент своей максимальной яркости сверхновая светила в 200 млн. раз ярче Солнца. Это самая близкая и яркая сверхновая за последние годы. В 1987 году взрыв близкой сверхновой SN1987A произошел в спутнике нашей Галактики – Большом Магеллановом Облаке – на расстоянии всего в 200 тыс. световых лет. С помощью оптических, инфракрасных, рентгеновских и радиотелескопов с Земли можно было наблюдать все стадии развития взрыва этой сверхновой и изменения, которые она производит в окружающей межзвездной среде во всей «радуге» электромагнитного спектра.

Поглощение звезды черной дырой. В галактике RX J1242-11, расположенной в созвездии Девы на расстоянии 700 млн. световых лет от нас, в 1994 году рентгеновскими телескопами XMM/Newton и ROSAT отмечена яркая вспышка. Дальнейшие наблюдения на рентгеновском космическом телескопе “Чандра” и оптическом телескопе в Чили показали, что причиной вспышки стал захват черной дырой, расположенной в центре этой галактики и имеющей массу в 100 млн. масс Солнца, пролетавшей мимо звезды. При этом черная дыра разорвала пролетевшую звезду и захватила большую часть ее вещества. Это вызвало яркую рентгеновскую вспышку. Данное явление предсказано более тридцати лет назад, но наблюдалось впервые. Само явление произошло более 700 млн. лет назад, но только теперь свет вспышки достиг Земли.

Ко дню святого Валентина. Накануне космический инфракрасный телескоп «Спитцер» обнаружил туманность, своими очертаниями похожей на бутон розы. Эта туманность расположена от нас на расстоянии 3300 световых лет в созвездии Цефея. Размеры бутона около 4 световых лет, что соответствует также расстоянию от Солнца до ближайших звезд. Туманность подсвечена 130 молодыми звездами, что создает образ розового бутона и его зеленый ствол. В инфракрасных лучах размеры этого «цветка» на небе занимают площадь около четверти диска Луны.

Что происходит с космическими аппаратами «Пионер». Американские ученые не могут найти объяснения странному поведению космических аппаратов «Пионер 10» и «Пионер 11», которые в настоящий момент являются наиболее удаленными от Земли объектами, созданными руками человека. Исследователи пришли к выводу, что оба аппарата подвергаются воздействию неизвестной силы, замедляющей их полет. После пересечения орбиты Плутона «Пионеры» стали отклоняться от своей траектории, и во всех контрольных точках измерений зонды оказывались не там, где им положено было быть согласно предварительным расчетам. Некоторые эксперты полагают, что на оба аппарата воздействует так называемая «темная материя» или «темная энергия», другие видят объяснение в недостаточном знании законов гравитации глубокого космоса. Во время последнего сеанса радиосвязи станция «Пионер 10» находилась на расстоянии 12.2 млрд. км от Земли.

Перспективы космической гонки к Луне и Марсу. Президент США Джордж Буш обнародовал новую программу освоения космоса. США намерены отказаться от участия в работах Международной космической станции (МКС) в 2010 году. Д.Буш призвал НАСА разработать новый пилотируемый космический корабль, который будет доставлять астронавтов к орбитальным станциям и на Луну. Намечены этапы: а) к 2010 году должен быть разработан и испытан новый пилотируемый космический корабль; б) не позднее 2014 года этот корабль должен обеспечить пилотируемый полет на Луну, а в дальнейшем позволить человеку отправиться к другим небесным телам Солнечной системы; в) с 2008 года на наш естественный спутник предполагается отправлять автоматические корабли, которые заложат базу для возвращения человека; г) с 2015 года должны начаться регулярные пилотируемые полеты на Луну, ресурсы которой станут основой для

создания постоянно действующей базы на Луне; д) начиная с 2020 года Луна постепенно будет становиться основной стартовой площадкой для полетов к Марсу и другим планетам Солнечной системы.

Главной целью всех этих программ станет пилотируемый полет на Марс. На выполнение этих программ Д.Буш намеревается выделить 12 млрд. долларов. Планы США были поддержаны Европейским космическим агентством, а Россия объявила, что готова к сотрудничеству, но имеет собственные планы освоения Луны и Марса, которые по стоимости в 10 раз меньше, чем у США.

Программы освоения Луны и Марса являются мощным стимулом научного и технического развития, необходимым шагом на пути выживания человечества в случае какой либо катастрофы.

На смену «Шаттлам» придут российские «Клиперы». По сообщению Российского космического агентства в настоящее время в России существует не менее 20 разработок космической техники и их доставки на околоземную орбиту, Луну и Марс. В то время, как в США пока нет альтернативы космическим «Шаттлам», Россия проект такого космического корабля уже имеет. По сообщениям их РКК «Энергия», новый шестиместный пилотируемый многоразовый космический корабль в случае финансовой поддержки может прийти на смену «Союзам» уже к 2010 году. Корабль «Клипер», весом в 14,5– тонн, это возвращаемый корабль, который может брать на борт до семи человек экипажа и находиться в автономном полете до 10 суток, а в случае возникновения экстренной ситуации на МКС эвакуировать экипаж на Землю. Он разрабатывается с прицелом для полетов к Луне и Марсу. На орбиту его будут выводить с помощью российской ракеты «Онега», которая будет представлять собой глубоко модернизированную версию носителя «Союз».

Космические старты и планы исследований, начатые в 2004 году. 2003 год прошел на фоне Великого противостояния Марса и рекордных проявлений солнечной активности, описанных выше в очерке В.Н.Ишкова.

Великое противостояние Марса предоставило возможность организовать к нему полеты космических аппаратов, цель которых – подготовка полета космического корабля с экипажем на борту. Этим заняты новые три космических аппарата, летающие на орбите вокруг Марса. Это «Марс Глобал Сервейор», «Марс Одиссей», «Марс Экспресс», а два американских робота-геолога, размерами с автомобиль, путешествуют по поверхности Марса.

Инфракрасный телескоп «Спитцер» пополнил семейство космических телескопов, в числе которых «Хаббл», «Чандра», «Комптон». Все они дают поразительной четкости изображения окружающей нас Вселенной во всем диапазоне электромагнитного спектра.

Астробиологи уже составили список из 30 ближайших звезд, у которых будут искать планеты, подобные Земле.

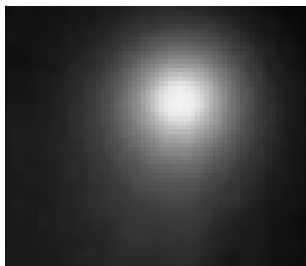
Экстремальное состояние вещества наблюдается в так называемых «черных дырах», которые могут быть не только в центрах галактик, но и в звездных скоплениях и системах двойных звезд. По образному выражению известного астрофизика, российского академика Р.А.Сюняева «мир вступает в эпоху Магеллана» – эпоху освоения нашей Солнеч-

ной системы, осмысления того, как возникла Вселенная, когда возникли первые галактики, звезды, планеты. Космические и наземные обсерватории, регистрирующие флуктуации оставшегося после «Большого взрыва» реликтового излучения, смогли увидеть, каким был наш мир, когда Вселенной был всего 380 тысяч лет! Эти исследования показали, что возраст нашей Вселенной порядка 14 млрд. лет.

Изучая далекое прошлое, мы можем увереннее прогнозировать наше будущее, помня, что в обозримом будущем нет космических опасностей, угрожающих нашей жизни на Земле. Жизнь на Земле уже продолжается 3.5 млрд. лет, и есть все возможности ее существования, пока не погаснет наше светило.

Наша планета Земля стала большим космическим домом, вокруг которого летают спутники, стартуют космические корабли, исследуется окружающая Вселенная. Пока продолжается этот путь познания и исследований, наша цивилизация будет способна решить любые проблемы.

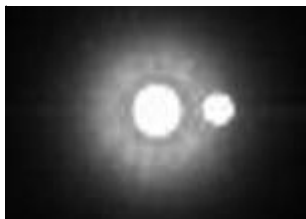
Первые наблюдения с борта Розетты. В апреле 2004 года были проведены первые испытания камеры ОЗИРИС, предназначенной для получения детальных фотографических наблюдений поверхности ядра кометы Чурюмова-Герасименко. 30 апреля с помощью этой камеры была сфотографирована яркая комета C/2002 T7 (Linear), которая находилась на расстоянии 95 миллионов километров от Розетты, и получено несколько ее высококачественных изображений, на которых видно ядро кометы и часть плазменного хвоста длиной 2 млн. км.



А 1 мая 2004 года три чувствительных прибора Розетты АЛИСА, МИРО и ВИРТИС по команде с Земли с расстояния 20 млн. км изучали кому и хвост этой кометы в разных длинах волн от ультрафиолетовых до инфракрасных лучей и зарегистрировали наличие молекул воды в протяженной атмосфере кометы. В конце мая другая фотографическая камера СИВА сделала «автопортрет» Розетты в космосе, на котором хорошо видна солнечная панель с отраженными от нее солнечными лучами. 3 августа 2004 года, когда Розетта находилась на расстоянии 70 млн. км от Земли, видеокамера сфотографировала систему Земля-Луна с этого расстояния.

Изображение кометы C/2002 T7 (Linear), полученное 30 апреля 2004 года камерой Озирис с борта Розетты.

Эти успешные наблюдения показали, что аппаратура Розетты отлично работает, и это вызовет определенный оптимизм относительно ее надежной работы во время приближения Розетты к ядру кометы Чурюмова-Герасименко в 2014 году.



Изображение Земли и Луны, полученное с борта Розетты.

ИЗ ИСТОРИИ ЧАСОВ. ИЗОБРЕТЕНИЕ ХРОНОМЕТРА

М.Ю.Волянская

Слово «хронометр» произошло от двух греческих слов и означает – измеритель времени. Хронометром, вообще говоря, можно назвать любые часы. Но обычно так называют точные переносные часы особой конструкции, которыми широко пользуются астрономы при наблюдениях в экспедиционных условиях, а также мореплаватели для решения навигационных задач. Сама история хронометров тесно связана с мореплаванием, поскольку именно огромная потребность в методах определения географической долготы судна в плавании привела к изобретению хронометра.

Географическую широту несложно определить из астрономических наблюдений, например, измеряя высоту над горизонтом Солнца или Полярной звезды. Это умели и в древности, и в средние века. Но долготу определить сложнее, особенно в открытом море. Так, Христофор Колумб в октябре 1492 года достиг Багамских островов вблизи американского континента, но был уверен, что находится у берегов Азии. И назвал открытые земли Вест-Индией, а коренных жителей – индейцами. Произошло это потому, что в те времена не умели точно определять географическую долготу, да и морские карты были неточными, «а Колумб совсем не виноват» – как поется в известном мультфильме.

Еще в 1514 году Джон Вернер из Нюрнберга предложил использовать для определения долготы измерение расстояний между Луной и звездами. Этот метод «лунных расстояний» привел к основанию обсерватории на холме Гринвич вблизи Лондона. В это время – конец 17 века – морское могущество Англии быстро нарастало, поэтому проблема определения точного положения судов в открытом море стала очень важной. Для применения метода «лунных расстояний» нужно знать точные координаты Луны и звезд, их и должны были в первую очередь определять из наблюдений на Гринвичской обсерватории.

Первые астрономические наблюдения в обсерватории сделал 4 марта 1675 года один из основателей Гринвичской обсерватории и ее первый директор Джон Флемстид (1646-1719), который получил звание «Королевского Астронома» и стал автором первого современного каталога положений 2935 звезд. С 1767 года начинает издаваться «Nautical Almanac», основанный Королевским Астрономом Невиллом Маскелайном. Альманах содержал расстояния Луны от некоторых фиксированных звезд, и таким образом метод «лунных расстояний» для определения долготы мог быть использован в море.

Однако теоретически наиболее простым и удобным казался метод определения долгот при помощи сравнения местного времени места наблюдения и местного времени меридиана, принятого за нулевой, например, меридиана Гринвичской обсерватории. Это так называемый метод перевозки часов. Он хорош, если взять в путешествие часы, точно хранящие время нулевого меридиана. Тогда в любом месте можно из астрономических наблюдений определить местное время и сравнить его с показани-

ниями часов, хранящих время нулевого меридиана – разность времен и даст нам значение долготы места наблюдения.

Напомним, что часы были изобретены к 1500 году, но они не отличались высокой точностью (смотри, например, очерки по истории часов в выпусках Одесского Астрономического календаря за 2003, 2004 годы). Только к 1700 году точность часов значительно повысилась благодаря изобретению маятника, а потом и балансового регулятора с пружиной. Но для использования в условиях плавания обычные часы не годились, так как погрешность их показаний была велика. А ведь ошибка в отсчете времени только на одну минуту приводит к просчету (вблизи экватора) в расстоянии почти на 28 км.

В 1714 году в Англии парламент принял постановление о выделении ежегодно большой суммы для поддержки экспериментов в этом направлении и для призов в случае успеха. За лучший метод определения долгот, который будет проверен в путешествии к островам Вест-Индии и обратно, был обещан большой приз от 10000 до 30000 фунтов стерлингов – в зависимости от расстояния, на котором метод даст хорошую точность. Сам президент Королевского общества в Лондоне (Академия наук Великобритании) сэр Исаак Ньютон выступал одним из экспертов. Приз выиграл английский часовой мастер Джон Харрисон (1693-1776).

Джон Харрисон (рис.1) родился в 1693 году в Фолби в графстве Йоркшир. Его отец был плотником. В 1700 году семья переехала в Бэроу в Линкольншире, где Джон освоил профессию отца, но очень рано проявил склонность к механике. В 22 года он построил часы с деревянными деталями, а в 1726 году изобрел маятник с температурной компенсацией, и в дальнейшем экспериментировал по усовершенствованию отдельных частей часов. Его привлекло сообщение о большом призе. Впервые он приезжает в Лондон в 1729 году и показывает чертежи своих часов знаменитому мастеру Джорджу Грехэму; тот советует работать дальше над улучшением их. В 1735 году Харрисон переезжает в Лондон, продолжая работать в этом направлении. И только в 1761 году, после более чем 20-летних экспериментов, Харрисон представляет четвертую модель своих часов, которая оказалась наиболее совершенной (см. рис 2).

Часы – это был хронометр – изготовлены очень тщательно, но самое главное – балансир часов был сделан из материалов с различными коэффициентами расширения, что давало необходимую точность хода, сводя к минимуму влияние разницы температур. Харрисону было в это время 67 лет, и его сын Вильям совершает вместо него необходимое по услови-



Рис. 1. Джон Харрисон (1693–1776)

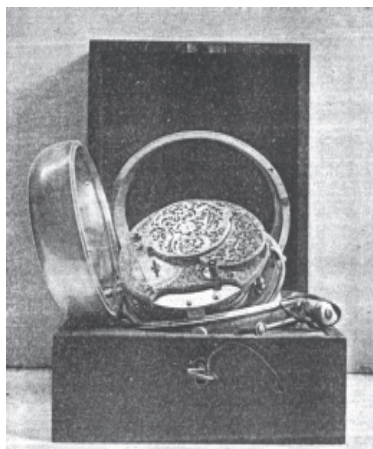


Рис. 2. Хронометр Харрисона

ям конкурса путешествие на Ямайку и обратно, длившееся 161 день. Ошибка хронометра за это время не превысила нескольких секунд. Харрисон получает приз – 5 тыс. фунтов сразу, еще 5 тыс. после еще одного экспериментального вояжа, а остальные 10 тыс. после того, как он объяснил устройство своего хронометра комиссии из семи человек. Его хронометр был также исследован в 1766 году в Гринвичской обсерватории при разных температурах и в разных положениях. Результаты оказались отличными. Задача определения географической широты в открытом море была решена.

Чем же отличается хронометр от обычных пружинных часов? Значительно большими размерами, большей тщательностью изготовления и

некоторыми техническими особенностями, обеспечивающими правильность и равномерность хода его механизма. Как и у часов, механизм хронометра состоит из четырех основных узлов: ведущего, передаточного, регулирующего и индикаторного. Что касается первых двух, то они в принципе не отличаются от таковых для обычных часов. Наиболее существенное отличие – в устройстве регулирующего механизма хронометра. Особенности его можно видеть на рис. 3 и рис. 4. На рис. 3 обращает на себя внимание пирамидка, называемая также улиткой, на которую навивается часовая пружина и которая обеспечивает равномерное натяжение этой пружины. На рис. 4 изображено анкерное устройство вместе с балансовым колесом А, снабженным собственной спи-

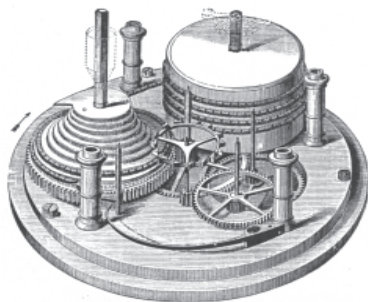


Рис. 3. Механизмы хронометра

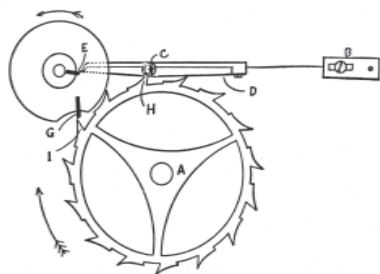


Рис. 4. Регулирующий механизм хронометра

ральной пружины D; С – запирающая, G – импульсная, E – спусковая лопатки, H, J – зубцы балансового колеса. Для температурной компенсации обод баланса делается разрезным и выполняется в виде биметаллической пластинки с различными коэффициентами теплового расширения составляющих ее металлов. Индикаторный узел состоит из стрелок, циферблата и подциферблатного механизма. Заводят хронометр специальным ключом. Хронометр требует очень бережного обращения с ним. Весь механизм хронометра помещается в корпус из латуни, корпус находится в так называемом кардановом подвесе, предохраняющем хронометр от воздействия внешних сил (ударов, качки и тому подобное), и размещен в специальном ящике (см. рис. 5). Благодаря всем этим устройствам точность хода современных хронометров составляет от нескольких секунд до долей секунды за сутки.



Рис. 5. Морской хронометр в комплекте

Со времени их изобретения хронометры стали обязательной принадлежностью каждого корабля и каждой обсерватории. Они использовались для определения долгот не только на море, но и на суше – для определения долгот астрономических пунктов. На кораблях или в конных экипажах из города в город везли не один, а несколько хронометров (для повышения точности) – это были так называемые хронометрические экспедиции. Так, например, для определения разности долгот Пулковской обсерватории и обсерватории в городе Альтоне (Германия) летом 1843 года было совершено 16 морских переездов с 68 хронометрами из Санкт-Петербурга в Альтону и обратно. В результате долгота Пулкова относительно Альтоны была определена с точностью до 0,06 секунды времени.

С изобретением телеграфа хранение точного времени упростилось и значение хронометров уменьшилось. А затем телеграф заменило радио. Каждый час по радио передаются сигналы точного времени, по которым можно проверить часы. Сложная проблема астрономии – хранение времени и определение долготы – перестала существовать. В наше «космическое» время – время спутниковой связи – перед астрономами встает много новых проблем. Но об этом – в следующих выпусках нашего календаря.

ГОД Г. А. ГАМОВА В ОДЕССЕ

М.И.Рябов

Итоги Международной научной конференции: “Астрофизика и космология после Гамова: теория и наблюдения”.

В 2004 году исполнилось 100 лет со дня рождения выдающегося физика и астрофизика XX века, член-корреспондента Академии наук СССР, профессора Георгия Антоновича Гамова (4.03.1904-20.08.1968). Ему был посвящен выпуск нашего календаря на 2004 год (смотри ОАК-2004), где содержались основные биографические сведения и полученные им научные результаты. Здесь же мы хотим сообщить о мероприятиях, которые были проведены в связи со 100-летним юбилеем Г.А.Гамова.



Г.А.Гамов
(4.03.1904-20.08.1968)

На февральском 2004 года заседании Ученого совета Одесского национального университета им.И.И.Мечникова ректором В.А.Смынтына было объявлено о проведении «Года Гамова» в Одесском национальном университете. Ученый совет утвердил программу «Года Гамова», что было объявлено по телевидению и в средствах массовой информации, учредил Юбилейную Гамовскую медаль и ежегодную стипендию имени

Г.А.Гамова лучшим студентам астрономам и физикам-теоретикам.

Первым по программе «Года Гамова» 4 марта 2004 года было проведено торжественное заседание в Одесском доме ученых, посвященное знаменательному юбилею. Вечер открыл профессор В.А.Смынтына. С докладами выступили доцент М.И.Рябов, профессора И.Л.Андронов, С.М.Андриевский, А.И.Жук и доцент А.М.Андриевский. С сообщением об истории семьи Гамовых на вечере выступил племянник ученого, ректор Российско-Приднестровского университета профессор И.Л.Гамов. Завершился вечер концертом ансамбля «ЛИРА» Одесского дома ученых.

100-летию Г.А.Гамова были посвящены областная и городская конференции «Современная астрономия в школьном образовании», проведенные при поддержке Одесских областного и городского управления народного образования и науки. Это были вторые конференции учителей физики и астрономии города и области по астрономической тематике.

Городская конференция прошла 18 марта 2004 года в помещениях Одесского дома ученых, а областная конференция проводилась в Большом Актовом Зале Одесского национального университета им. И.И.Мечникова в апреле месяце 2004 года. В работе конференции приняли участие профессор кафедры астрономии С.М.Андриевский и И.Л.Андронов, доценты М.И.Рябов и А.В.Халевин, научные сотрудники обсерватории кандидаты наук Л.С.Кудашкина и В.И.Марсакова. Конференции приняли резолюции, одобряющие мероприятия по улучшению школьного астрономического образования в Одессе и Одесской области.

В рамках «Года Гамова» в Одесском национальном университете им. И.И.Мечникова в течение 2003-2004 и 2004-2005 учебного года для студентов всех факультетов были запланированы и читались лекции «Вселенная вокруг нас» с изложением современной научной картины мира, существенный вклад в которую был сделан Г.А.Гамовым.

С 8 по 14 августа 2004 года в Одесском национальном университете им.И.И.Мечникова была проведена Юбилейная международная научная конференция “Астрофизика и космология после Гамова: теория и наблюдения”.

Председателем Научного оргкомитета был Г.С.Бисноватый-Коган (Россия), его заместителями были А.И.Жук (Украина) и С.А.Силич (Украина), научным секретарем О.Торопина (Россия). В составе комитета были: И.Д.Новиков (Дания), А.М.Черепашук (Россия), П.Гонсалес-Диас (Испания), Р.Терлевич (Мексика), В.Н.Руденко (Россия), И.Р.Гамов (США), Я.С.Яцкив (Украина) – всемирно известные ученые. Организационный комитет возглавлял ректор В.А.Смынтына, его заместителями были В.Г.Каретников и М.И.Рябов, ответственными секретарями И.В.Чернышова, С.М.Меликянц, А.А.Пилипенко. Своевременно подготовили материалы конференции члены издательской группы Н.И.Кошкин, С.Л.Страхова и Л.В.Корнейчук, которые вместе с остальными членами Местного оргкомитета (В.П.Олейник, Т.И.Кабанова, Б.А.Мурников и другие) обеспечили успешное проведение конференции.

Работа конференции проводилась в семи секциях. Руководителем Мемориальной секции был А.Д.Чернин (Россия). Научными секциями руководили: секцией «Космология и Гравитация» – А.И.Жук (Украина), секцией «Крупномасштабная структура Вселенной и гравитационные линзы во Вселенной» – Б.И.Новосядлый (Украина), секцией «Нейтронные звезды и черные дыры» – М.Прохоров (Россия), секцией «Нуклеосинтез в звездах, звездообразование межзвездная среда» – Н.Г.Бочкарев (Россия), секцией «Астрофизика высоких энергий» – Б.И.Гнатык (Украина), секцией «Малые тела в солнечной системе» – К.И.Чурюмов (Украина), секцией «Астрономия в Одессе» – В.Г.Каретников (Украина).

Конференцию открыл ректор Одесского национального университета им. И.И.Мечникова В.А.Смынтына, он вручил известным ученым, участникам конференции юбилейные Гамовские медали и зачитал многочисленные приветствия, поступившие в адрес конференции, среди которых приветствие от Президиума и Отделения физики и астрономии Национальной академии наук Украины, направленные Вице-президентом А.Г.Наумовцем и академиком– секретарем В.М.Локтевым.

С приветствиями к участникам конференции выступили: президент Украинской астрономической ассоциации, академик Я.С.Яцкив, вице-президент Европейского астрономического общества, член-корреспондент Российской Академии наук А.М.Черепашук, председатель Международного бюро Евро-Азийского астрономического общества Н.Г.Бочкарев, академик-секретарь Грузинской Академии наук Д.Г.Ломинадзе, Генеральный консул России в Одессе Ф.К.Довженок. Академик НАНУ

Я.С.Яцкив вручил Одесскому национальному университету Свидетельство о присвоении имени малой планеты – «ГАМОВ».

На Мемориальной сессии было представлено 10 докладов: А.Д.Чернин (Россия) «Человек Большого Взрыва», И.Б.Пустыльник (Эстония) «Об уникальности научного почерка и личности Гамова», Ю.Ранюк (Украина) «Георгий Гамов и ядерная физика в Украине», М.Демианский (Польша) «Георгий Гамов и генетический код», И.Л.Гамов (Молдова) «Семья Гамовых», М.Шапиро (США) «Воспоминания о Георгии Гамове», М.И.Рябов (Украина): «Гамовские дни в Одессе», Д.Г.Ломинадзе (Грузия) «Гамов и Грузия», Р.А.Иваненко-Куликова «Д.Д.Иваненко и Г.А.Гамов».

Участникам конференции были представлены три видеовыступления: И.М.Халатникова и С.П.Капицы (Россия) «О Георгии Гамове», И.Р.Гамова (сына Г.А.Гамова – США) и Д.Д.Уотсона (США) «Мои воспоминания о Г.Гамове».

Всего в конференции приняли участие около 200 ученых из 18 стран мира. Больше всего участников было из России и Украины. Были представлены США, Франции, Испании, Германии, Польши, Словакии, Сербии, Италии, Мексики, Японии, Белоруссии, Казахстана, Туркменистана, Дании, Грузии, Великобритании.

На пленарных заседаниях были заслушано 20 докладов, представляющих разделы астрофизики и космологии, в которых работал Г.А.Гамов и, что очень важно, отмечено появление и развитие новых направлений исследований. На 7 научных секциях были представлены 80 устных докладов и 30 постерных докладов. Результаты работы конференции будут отражены в специальном выпуске “Conference Transactions” издательства «Cambridge Press» и журнале “Odessa Astronomical Publications”.

Участники конференции были приняты мэром города Одессы Р.Б.Боделаном, во время беседы с которым обсуждались вопросы развития науки и образования, учреждения Гамовского центра с Планетарием в Одессе.

Конференция прошла в истинно «Гамовском стиле» – не без сюрпризов и неожиданностей. Одесса и погода были благосклонны к участникам конференции, подарив ее участникам солнечные дни и тепло своих пляжей, в чем еще раз удалось убедиться во время уже традиционной «Морской секции».

Гамовские конференции в Одессе проводятся уже в третий раз через каждые пять лет и они имеют свои традиции. В интервалах между конференциями уже четыре года проводится Летняя Гамовская международная астрономическая школа: «Астрономия на стыке наук: астрофизика, космология, астробиология» для молодых ученых, аспирантов и студентов.

Организаторами конференции были: Астрономическая обсерватория и кафедры астрономии Одесского национального университета им. И.И.Мечникова, Украинская астрономическая ассоциация, Евро-Азийское астрономическое общество, Одесское астрономическое общество, сотрудники Одесской обсерватории Радиоастрономического института НАНУ. Проведение самой конференции стало возможным благодаря содействию всех проректоров и служб Одесского национального университета.

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ КРУЖКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ

В.И.Марсакова, И.Л.Андронов

Астрономическая школа на базе кафедры астрономии и Астрономической обсерватории ОНУ проводит занятия с учащимися средних школ. Школа работает с октября по май включительно.

Для тех, кто только начинает интересоваться астрономией, предлагается курс популярных лекций по различным разделам астрономии: **Наблюдение звёздного неба, Солнечная система, Солнце и звёзды, галактики, строение и развитие Вселенной, методы астрономических наблюдений.** Лекции с использованием современного мультимедийного оборудования читают сотрудники кафедры астрономии и Астрономической обсерватории ОНУ. Возможны консультации специалистов по проведению наблюдений и выполнению исследовательских работ. Имеется доступ к библиотеке астрономической литературы.

Занятия сопровождаются изучением звездного неба и экскурсиями на телескоп.

Для школьников, прослушавших начальный курс лекций и имеющих базовые знания по астрономии, с октября 2002 года проводятся занятия в старшей группе, предусматривающие углубленное изучение астрофизики, практические занятия, наблюдения за объектами звездного неба, также изучение базовых дисциплин (физики, математики), обучение основам работы с компьютером и программным обеспечением, применяемым в астрономии, решение заданий Заочной Астрономической Школы (<http://uavso.pochta.ru/zash>).

Ученики школы принимают активное участие в работе секции астрономии МАН, представляют свои работы на конкурс «Космос», проводимый УМАКО «Сузір'я». Лучшие из них представляли свои работы на фестивале украинских любителей астрономии «Астрофест», а также на Международной конференции молодых ученых в Киеве.

Школа имеет свою страницу в Интернете, которая поддерживается при активном участии учеников: <http://astroschool.chat.ru>, <http://astroschool.amillo.net>. *Контактные телефоны:* 220396, 250356.

Вы можете приобрести следующие методические пособия для изучающих астрономию и учителей:

Астрономия в старших классах общеобразовательных школ (лазерный диск). Кудашкина Л.С., Марсакова В.И., Андронов И.Л., Чинарова Л.Л., Шакун Л.С.

Данный диск предназначен для учителей астрономии общеобразовательных школ. Основой его является 34-часовой курс астрономии для 11 класса, однако отдельные составляющие могут быть использованы и в других астрономических курсах.

Здесь вы можете найти обширную подборку самостоятельных, контрольных работ и зачетов, а также задач с решениями для проверки знаний учащихся; практические работы; лекции, которые дополняют материал учебника. Планы уроков помогут Вам



лучше ориентироваться во времени и тематике уроков. В качестве наглядного материала могут быть использованы либо плакаты из Вашей школьной коллекции, либо собранные здесь компьютерные изображения; также здесь имеется несколько схем и плакатов, предназначенных для распечатки. Раздел "Дополнительные сведения" поможет Вам найти недостающие справочные данные.

В ноябре 2004 г. вышла вторая версия лазерного диска.

Указания к проведению практических, самостоятельных и контрольных работ по астрономии в 11 классах общеобразовательных средних школ. Кудашкина Л.С., Марсакова В.И., 2004 г., ч. 1. – 24 с.; ч. 2. – 20 с.

Данное пособие предназначено для учителей астрономии общеобразовательных школ. Оно содержит 4 практические работы, рассчитанные на 34-часовой курс астрономии в старших классах

Каждая из работ содержит задания двух уровней: общий, обязательный для всех учеников, и творческий для тех, кто заинтересован в углубленном изучении астрономии. Дополнительные (творческие) задания могут быть предложены в качестве научно-практического задания в факультативных группах. Задания общего уровня во всех практических работах не требуют использования специальных инструментов или приборов и несложны для выполнения.

Тетрадь по астрономии для 11 класса. Кудашкина Л.С., Марсакова В.И., 2004 г., 20 стр.

Данная тетрадь предназначена для индивидуального выполнения учеником проверочных работ в течение курса изучения астрономии. Учителю необходимо выбрать и отметить конкретные задания, которые должен выполнить ученик, а затем выдать сборник ученику.

Лекции для заочного обучения по астрономии.

Лекции рассчитаны на широкий круг слушателей (от младшего школьного возраста и старше). Объем одной лекции в среднем около 10 страниц формата А-4.

Карманные календари с изображениями астрономических объектов.

Фотографические и визуальные наблюдения переменных звезд. Андронов И.Л., 1991 г., ч. 1. – 96 с., ч. 2. – 84 с.

Обзор методов наблюдения переменных звезд и основ анализа переменных рядов для школьников и студентов. Карты окрестностей избранных переменных звезд.

Строение и эволюция переменных звезд. Андронов И.Л., Чинарова Л.Л. 1991 г., ч. 1. – 88 с., ч. 2. – 27 с.

Обзор типов переменных звезд, их современной классификации. Особое внимание уделено двойным звездам, приведены тексты демонстрационных программ для школьников и студентов, описываются классические затменные системы и катаклизмические звезды. Краткое описание физики затменных двойных звезд, моделирование кривых блеска, схема эволюции.

Двойные звезды и их эволюция. Чинарова Л.Л., 2000 г., 32 стр.

Обзор эволюции двойных звезд разных типов.

По вопросам приобретения обращаться:

Тел. 220396 (Астрономическая обсерватория)

Адрес: а/я № 4, Одесса, 65074 (Кудашкиной Л.С.)

e-mail: vlada@mail.od.ua (Марсаковой В.И.)

Любое из пособий может быть выслано наложенным платежом.

УКРАИНА В XXI КОСМИЧЕСКОМ ВЕКЕ

М.И.Рябов

С 19 по 26 сентября 2004 года в пансионате «Мрия», расположенном на Южном берегу Крыма в живописном поселке Понизовка, проводила свою работу 4-я Украинская конференция по космическим исследованиям. Конференция была организована Национальной Академией наук (НАН), Национальным космическим агентством (НКА) и Институтом космических исследований (ИКИ) Украины. В конференции приняло участие свыше 200 ученых из Украины и России. Таким образом, конференция самым очевидным образом продемонстрировала тесное сотрудничество двух стран во всех аспектах исследования космического пространства.

На конференции было представлено 140 устных докладов по всем направлениям космических исследований. Внушительен и перечень научных секций, которые работали на конференции: космические эксперименты, магнитосферные и атмосферные исследования, астрофизические и астрономические исследования, солнечно-земная физика, наблюдения и изучение Земли из космоса, космическая биология и медицина, физика невесомости и технологические исследования.

Конференция показала, что Украина располагает всем необходимым для реализации всех этих направлений исследований. По своему ракетно-космическому потенциалу Украина занимает восьмое место в мире, а если учитывать тесное сотрудничество с Россией, то только по коммерческим запускам ракет-носителей у двух наших стран абсолютное первое место.

Сегодня среди главных «вызовов времени» – развитие навигационных спутниковых систем, глобальный мониторинг Земли, перспективы освоения Луны и Марса, исследование планет, комет и астероидов. Во всех этих направлениях нужны большие финансовые возможности, которыми наша страна пока не располагает. Однако тесная кооперация с Россией и Европейским космическим агентством позволит Украине быть в «космическом клубе» ведущих стран мира.



В 1995 г. украинские ГКБ "Южное" и ПО "ЮМЗ" вместе с компаниями "Боинг" (США), "Кварнер" (Норвегия) и "Энергия" (Россия) создали СП "Си Лонч" для уникального международного проекта "Морской старт". В рамках программы сделано 12 пусков с плавучего космодрома, планируется осуществлять 17% всех коммерческих запусков.

Чрезвычайно интересны достижения космической биологии и медицины. Главный вывод – длительное пребывание человека в космосе возможно, но для обеспечения вопросов комфорта и безопасности необходимо решить большое число проблем. Интересно, что в космическом пространстве в условиях невесомости клетки эволюционируют намного быстрее. Поэтому создание постоянных космических поселений на Луне и Марсе потребуют решения медико-биологических вопросов жизнеобеспечения в космосе.

Есть все основания считать, что такие решения в XXI веке будут найдены. Важно, чтобы у тех, кто сидит сегодня за школьными партами, было понимание того, что они станут не просто первопроходцами и пионерами космоса, а будут там заниматься разнообразной и перспективной работой. Космический туризм также дело ближайших десятилетий.

Украина располагает большим числом астрономических обсерваторий и институтов. Вместе с кафедрами астрономии университетов они ведут подготовку кадров и научные исследования во всех областях современной астрономии.

В Харькове находится Радиоастрономический институт НАН Украины (РИАН), располагающий самым большим в мире радиотелескопом декаметрового диапазона. Система радиотелескопов «УРАН» этого института расположена по всей территории Украины и реализует национальный радиотелескоп размером в тысячу километров, не имеющий сегодня аналогов во всем мире. Один из элементов этой системы, радиотелескоп «УРАН-4», принадлежит Одесской обсерватории РИАН и расположен в селе Маяки. Усилиями Главной астрономической обсерватории (ГАО НАН) создана первоклассная высокогорная обсерватория на пике Терскол на Кавказе, сегодня ее работа обеспечивается совместным договором с Россией. Следует заметить, что расположенная в Украине Крымская астрофизическая обсерватория являлась крупнейшей обсерваторией СССР.

Существующий «астрокосмический потенциал» Украины нужно сохранить, это подлинное **национальное достояние**, поскольку именно оно обеспечивает стратегическую перспективу страны в развитии фундаментальных наук, современных технологий и естественно-научного образования. Разумеется, все существующие обсерватории и институты нуждаются в модернизации своего оборудования. Эта работа проводится за счет грантов по совместным проектам с Россией, западноевропейскими странами и США.

Одесса была представлена на конференции докладами от Одесской обсерватории «УРАН-4» РИАН (О.А.Литвиненко, М.И.Рябов) и отделом космических исследований Астрономической обсерватории Одесского национального университета им. И.И.Мечникова (Н.И.Кошкин). Тематика докладов охватывала широкий спектр исследований влияния солнечной активности на движение искусственных спутников Земли, состояния верхней атмосферы и ионосферы, геодинамику движения континентальных плит (совместный доклад с крымскими радиоастрономами). Будущее у космических исследований в Украине безусловно есть, но оно в руках не только ученых и конструкторов космической техники, а и в руках ответственных политиков и исполнительной власти.

Сохранение и всемерная поддержка образования, фундаментальных научных исследований и современных технологий создает тот «капитал», который обеспечит нашей стране достойное будущее.

НОВАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО АСТРОНОМИИ

Книги и учебники:

1. Астрономічний енциклопедичний словник. Львів, 2003.
2. Бааде В. Эволюция звезд и галактик. Изд. УРСС, 2002.
3. Владимирский Б.М., Темуриянц Н.А., Мартынюк В.С. Космическая погода и наша жизнь. Изд. Век2, 2004.
4. Гершберг Р.Е. Активность солнечного типа звезд главной последовательности. Изд. Астропринт, 2002.
5. Горбацкий В.Г. Лекции по истории астрономии. Изд. С-Петербургского ун-та, 2003.
6. Грин Б. Элегантная Вселенная. Изд. Едиториал УРСС, 2004.
7. Дивари Н.Б. Зодиакальный свет. Изд. Астропринт, 2003.
8. Дубкова С.И. История астрономии. Изд. Белый город, 2002.
9. Дубкова С.И., Засов А.А. Атлас звездного неба. Изд. РосмеЭн, 2003.
10. Ефремов Ю.Н. Вглубь Вселенной. Изд. Едиториал УРСС, 2003.
11. Иваненко Д.Д., Сарданашвили Г.А. Гравитация. Изд. УРСС, 2004.
12. Кинг А.Р. Введение в классическую звездную динамику. Изд. УРСС, 2002.
13. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрофизики. Изд. УРСС, 2001.
14. Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии. Изд. УРСС, 2002.
15. Левитан Е.П. Астрономия для 11 класса. Изд. Просвещение, 2002.
16. Макдугалл Дж. Д. Краткая история планеты Земля. Изд. Амфора, 2001.
17. Петрова Н.Г. Тайны древних календарей. Изд. Вече, 2003.
18. Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении. Изд. УРСС, 2002.
19. Сурдин В.Г. Марс: великое противостояние. Изд. Физматлит, 2004.
20. Черепашук А.М., Чернин А.Д. Вселенная, жизнь, черные дыры. Изд. Век 2, 2003.
21. Чернин А.Д. Звезды и физика. Изд. Едиториал, УРСС, 2003.

Журналы и календари:

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. Украина, Київ, тел. (044) 246-62-81. Подписной индекс 22819.
4. Пульсар. Украина, Київ, а/с 335, тел. (044) 221-31-23.
5. Вселенная. Пространство. Время. – Украина, Киев, тел. (044) 268-61-07, <http://vselennaya.kiev.ua>. Подписной индекс 91147.
6. Астрономічний календар. Вид. ГАО НАНУ, Київ.
7. Популярний астрономічний календар. Вид. журналу “Наше небо”, Київ.

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Обсерватории, институты России и Украины

- Астрономия в Санкт-Петербургском ун-те – <http://www.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/>
- Пушкинская 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/astron/>
- 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/archive/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/Yp/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>, <http://astroschool.amillo.net>
- Заочная Астрономическая школа (ЗАШ) при кафедре астрономии и

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

- Украинская ассоциация наблюдателей переменных звезд – <http://www.uavso.pochta.ru/>
- УАНПЗ – <http://uavso.pochta.ru/links.htm>
- 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>
- Секция компьютерной астрономии УОЛА – <http://uavso.pochta.ru/compastr.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.hiwayy.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, www.softportal.com



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
и информатики до бизнеса.***



ПРИГЛАШЕНИЕ В ПЛАНЕТАРИЙ ОДЕССКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА им. И. И. Мечникова

Приглашаем учителей, школьников, студентов и всех,
кто интересуется астрономией, в Планетарий Одесского
национального университета им. И. И. Мечникова

В ПЛАНЕТАРИИ ПРОВОДЯТСЯ
обзорные лекции по программе «ВСЕЛЕННАЯ ВОКРУГ НАС»

ОРГАНИЗУЕТСЯ ЧТЕНИЕ ЛЕКЦИЙ ПО АБОНЕМЕНТАМ:
«Всеелнная вокруг нас», «Космические путешествия»,
«Тайны Вселенной», «В поисках жизни во Вселенной»

ПО ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ЗАЯВКАМ ПРОВОДЯТСЯ ЦИКЛЫ ЛЕКЦИЙ:
«Солнце и солнечная система»; «В мире звезд»; «Наша Галактика»;
«В поисках жизни во Вселенной»; «В мире галактик»; «Космология и космогония»;
«Освоение космоса»; «Науки о жизни на Земле»; «Астрономия в истории земных
цивилизаций»; «Всеелнная вокруг нас»; «Тайны Вселенной»; «Космические
путешествия»; «Легенды и сокровища звездного неба».

Лекции сопровождаются показом видеофильмов, демонстрационных компьютерных программ, слайдов, изображений космических объектов, полученных космическими и наземными телескопами, с использованием современного мультимедийного оборудования.

Программа лекций организована кафедрой астрономии и астрономической обсерваторией Одесского национального университета, Одесским астрономическим обществом и Одесской обсерваторией Радиоастрономического института НАН Украины.

Организуются ДНЕВНЫЕ и ВЕЧЕРНИЕ (прогулка по звездному небу)
ЭКСКУРСИИ по Астрономической обсерватории

**ПРИНИМАЮТСЯ ЗАЯВКИ НА КОЛЛЕКТИВНЫЕ ПОСЕЩЕНИЯ И
ВЫЕЗДНЫЕ ЛЕКЦИИ НА ВСЕ ДНИ НЕДЕЛИ**

Для учащихся школ (всех классов)
по субботам в 17 часов 30 минут работает АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА

Информация о программе работы астрономической школы в ИНТЕРНЕТЕ по адресу:
<http://astro.school.chat.ru>, <http://astro.school.amillo.net>

В выходные дни организуются тематические лекции по предварительно
объявленной программе. Начало лекций в 14 часов.

Работает секция астрономии Малой Академии Наук и
Заочная Астрономическая Школа (<http://uavso.pochta.ru/zash.htm>)

Планетарий расположен на территории Астрономической обсерватории
Одесского национального университета в парке им. Т. Г. Шевченко.
Информация о работе Планетария в ИНТЕРНЕТЕ: <http://planetarium.chat.ru>

Справки по всем вопросам по тел.: **22-03-96, 25-03-56**

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ПОЭЗИЯ

В гостинной Урании всегда толпится много людей – представителей самых разнообразных профессий: навигаторов и военных, философов и архитекторов, географов и геодезистов, археологов и историков. Но особенно много представителей литературы, музыки, изобразительного искусства. Вот пишет свои картины на темы Зодиака М.Чюрленис и сочиняет «Сонатy Солнца», вот К.Сен-Санс, глядя в свой телескоп и вдохновившись хороводами светил, пишет свою прекрасную музыку, Л.Бетховен обдумывает «Лунную сонату», вот авторы прозаических произведений, начиная от создателей детективов и кончая маститыми писателями-классиками, находят на небе объекты для описания. Но, пожалуй, чаще всего здесь можно встретить поэтов, наиболее тонко чувствующих всю красоту и величие звездного мира и выражающих свои чувства наиболее понятно для всех людей. Продолжаем подборку стихотворений поэтов разных народов.

Ліна Костенко

* * *

І місячну сонату вже створив Бетховен.
І тїнь місяцехода вже зорям не чужа.
А місяць все такий же: і молодик, і повен,
І серпик, і рогалик, і місяць, як діжа.
А місяць все такий же, він – місяць, місяченько,
Як вчора, позавчора і хтозна-ще коли!
І добре, що над нами він висить височенько,
А то б уже й на ньому болото розвели.
Ходили б там по ньому п'янички петельгузі.
Питали б його зорі, чого він не блищить.
Стоїть над нами Всесвіт у зоряній кольчuzі,
І повен місяць сходить над нами, ніби щит.

Юнна Мориц

ПУЩИНО НА ОКЕ

Сирень серебряная, звезды,
Сверканье спиц велосипедных...
О, как прозрачно свет и воздух
Молчит о тайнах заповедных!
Смеется свет Кассиопеи
В зеркальном оке звездочета.
Приносят счастье скараabei, –
На них – навоза позолота,
Зеленый пот и синий ветер
Путей, которые наметил

Им звездный свет на черных дисках
Ночей египетских, индийских.
Сейчас такое время ночи,
Сейчас луны такое время,
Такое время серебрянья
Сирени, горла, слуха, зренья, –
С таких гвоздей сорвется Лира
И память запоем такое,
Что станет мощною трухоу
Научная картина мира.

* * *

Луна легка, свобода необъятна,
В прудах бело, серебряно от лилий.
И серебро космических флотилий
Гремит во мраке, что невероятно,
Невероятна жизнь в пустотах темных,
Где на Луне – безжизненные пятна
И ураганы вдоль планет огромных
Ползут и воют: жизнь невероятно!
Невероятна жизнь в пещерах Марса,
В котлах Венеры с раскаленным газом.
Куда бы разум наш ни поднимался,
Он одинок – классический наш разум.
 Но хор предчувствий – вот что беспокоит!
 Калуга слышит в падающем снеге,
 Что мы откроем или нас откроют
 Миры иные в двадцать первом веке.
 Объятая пророческими снами
 Калуга слышит в звездчатом тумане,
 Что мы откроем или нас откроют –
 Одно из двух должно случиться с нами.
И как не содрогнуться от предчувствий,
И как не содрогнуться днем туманным,
Блуждая по заснеженной Калуге,
Где распевают звездчатые ветры
И распевают звездчатые вьюги:
Младенцы, музыканты и поэты,
Одно из двух должно случиться с нами –
Откроем мы или откроют нас.

Омар Хайам (1048-1131)

* * *

Там, в голубом небесном фонаре, –
Пылает солнце: золото в костре!
А здесь, внизу, – на серой занавеске –
Проходят тени в призрачной игре.

* * *

Не видели Венера и Луна
Земного блеска сладостней вина.
Продать вино?! Хоть золото и веско, –
Ошибка бедных продавцов ясна.

* * *

Как жутко звездной ночью! Сам не свой,
Дрожишь, затерян в бездне мировой,
А звезды в буйном головокруженье,
Несутся мимо, в вечность, по кривой...

Ронсар (1524 – 1585)

* * *

Скорей погаснет в небе звездный хор
И станет море каменной пустыней,
Скорей не будет солнца в тверди синей,
Не озарит луна земной простор,

Скорей падут громады снежных гор,
Мир обратится в хаос форм и линий,
Чем назову я рыжую богиней
Иль к синеокой преклоню мой взор.

Я карих глаз живым огнем пылаю,
Я серых глаз и видеть не желаю,
Я враг смертельный золотых кудрей,

Я и в гробу, холодный и безгласный,
Не позабуду этот блеск прекрасный
Двух карих глаз, двух солнц души моей!

А.С.Пушкин (1799-1837)

ПРИМЕТЫ

Я ехал к вам: живые сны
За мной вились толпой игривой,
И месяц с правой стороны
Сопровождал мой бег ретивый.

Я ехал прочь: иные сны...
Душе влюбленной грустно было.
И месяц с левой стороны
Сопровождал меня уныло.

Мечтанью вечному в тиши
Так предаемся мы, поэты;
Так суеверные приметы
Согласны с чувствами души.

Ф.И.Тютчев (1803-1873)

Душа хотела б быть звездой,
Но не тогда, как с неба полночи
Сии светила, как живые очи,
Глядят на сонный мир земной, –

Но днем, когда, сокрытые как дымом
Палящих солнечных лучей,
Они, как божества, горят светлей
В эфире чистом и незримом.

ВИДЕНИЕ

Есть некий час, в ночи, всемирного молчанья,
И в оный час явлений и чудес
Живая колесница мироздания
Открыто катится в святилище небес.

Тогда густеет ночь, как хаос на водах,
Беспамятство, как Атлас, давит сушу...
Лишь Музы девственную душу
В пророческих тревожат боги снах!

А.В.Кольцов (1809-1842)

ЦАРСТВО МЫСЛИ

(Дума)

Горит огнем и вечной мыслью солнце;
Осенены все той же тайной думой,
Блистают звезды в беспредельном небе;
И одинокий, молчаливый месяц
Глядит на нашу землю светлым оком.
В тьме ночи возникает мысль создания;
Во свете дня она уже одета,
И крепнет в веянье живой прохлады
И спеет в неге теплоты и зноя.
Повсюду мысль одна – одна идея,
Она живет и в пепле и пожаре;
Она и там – в огне, в раскатах грома;
В сокрытой тьме бездонной глубины;
И там, в безмолвии лесов дремучих;
В прозрачном и пловучем царстве вод глубоких,
В их зеркале, и в шумной битве волн;
И в тишине безмолвного кладбища;
На высях гор безлюдных и пустынных;
В печальном завыванье бурь и ветра;
В глубоком сне недвижимого камня;

В дыхании былинки молчаливой;
В полете к облаку орлиных крылий;
В судьбе народов, царств, ума и чувства, всюду –
Она одна – царица бытия!

А.А.Фет (1820 –1892)

УГАСШИМ ЗВЕЗДАМ

Долго ль впивать мне мерцание ваше,
Синего неба пытливые очи?
Долго ли чувствовать, что выше и краше
Вас ничего нет во хранине ночи?

Может быть, нет вас под теми огнями:
Давняя вас погасила эпоха –
Так и по смерти лететь к вам стихами,
К призракам звезд, буду призраком вздоха.

Б.Л.Пастернак (1890 – 1960)

НОЧЬ

Идет без проволочек
И тает ночь, пока
Над спящим миром летчик
Уходит в облака.

Он потонул в тумане,
Исчез в его струе,
Став крестиком на ткани
И меткой на белье.

Под ним ночные бары,
Чужие города,
Казармы, кочегары,
Вокзалы, поезда.

Всем корпусом на тучу
Ложится тень крыла.
Блуждают, сбившись в кучу,
Небесные тела.

И страшным, страшным креном
К другим каким-нибудь
Неведомым вселенным
Повернут Млечный Путь.

В пространствах беспредельных
Горят материи.

В подвалах и котельных
Не спят истопники.

В Париже из-под крыши
Венера или Марс
Глядят, какой в афише
Объявлен новый фарс.

Кому-нибудь не спится
В прекрасном далеке
На крытом черепицей
Старинном чердаке

Он смотрит на планету,
Как будто небосвод
Относится к предмету
Его ночных забот.

Не спи, не спи, работай,
Не прерывай труда,
Не спи, борись с дремотой,
Как летчик, как звезда.

Не спи, не спи, художник,
Не предавайся сну.
Ты – вечности заложник
У времени в плену.

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА СУДНА В МАЛОМ ПЛАВАНИИ

В.В. Михальчук

С древнейших времен мореплаватели ориентировались в открытом море по наблюдениям небесных светил – ночью по звездам, планетам и Луне, днем по Солнцу. Чтобы управлять судном по небесным светилам, мореплавателям было необходимо хорошо знать звездное небо и иметь знания по астрономии. Постепенно астрономия развивалась, и от нее отделялись некоторые разделы, каждый из которых образовывал отдельную науку. Одним из таких разделов стала мореходная астрономия, которая служит целям судовождения. Мореходная астрономия решает ряд задач, важнейшей из которых является определение места судна в море по наблюдениям небесных светил.

В настоящее время определение места судна, как правило, производится не по наблюдениям небесных светил, а при помощи спутниковой системы GPS (Global Positioning System). Эта система позволяет автоматически определять место судна с очень высокой точностью, но, как и все, созданное руками человека, может в любой момент быть уничтожено или выведено из строя его же руками. Поэтому мореходная астрономия и в наше время является надежным резервным методом определения места судна.

Для астрономического определения места судна используются так называемые навигационные светила. Это Солнце, Луна, четыре навигационные планеты (Венера, Марс, Юпитер и Сатурн) и 160 навигационных звезд (ярче $+3.5^m$) северного и южного полушарий небесной сферы. Эфемериды всех навигационных светил приводятся в Морском Астрономическом Ежегоднике (МАЕ) и Морском Астрономическом Альманахе (МА-2), издаваемых в России, а также в некоторых аналогичных морских ежегодниках, издаваемых в дальнем зарубежье (например, “The Nautical Almanac”). Эти ежегодники могут применяться во всей акватории Мирового океана, но являются дорогостоящими и не всегда доступны. Поэтому в акватории северной части Черного моря для судов малого плавания вполне можно ограничиться 16 самыми яркими звездами, видимыми в средних широтах северного полушария Земли. При этом для определения эфемерид светил можно использовать Одесский Астрономический Календарь (ОАК). В ОАК эфемериды Солнца, Луны и планет даны с гораздо большими временными интервалами, чем в морских ежегодниках МАЕ и МА-2, хотя точность эфемерид в ОАК не уступает этим ежегодникам. Экваториальные координаты небесных светил на любой промежуточный момент времени можно найти из ОАК методом интерполяции.

А теперь представим себе, что мы плывем на яхте по северной части акватории Черного моря. На яхте имеются следующие приборы и оборудование:

- навигационное оборудование: компас, судовой лаг, морские карты;
- приборы службы времени: часы, хронометр, секундомер и радиоприемник для проверки хода хронометра по радиосигналам точного времени;
- астрономические приборы и пособия: секстант (морской секстант), звездный глобус, звездная карта;

– ОАК для определения эфемерид небесных светил и калькулятор для проведения вычислений.

Предположим, что на яхте либо отсутствует приемник GPS, либо этот приемник вышел из строя, либо невозможен прием сигналов GPS. Яхта идет в открытом море, с нее не видно ни берега, ни береговых навигационных ориентиров.

Компас дает возможность измерять направление движения яхты (ее курсовой угол K), а судовой лаг – скорость V яхты в узлах (морских милях в час). Эти данные, при наличии начальных координат яхты в известный момент времени, позволяют предвычислять траекторию движения судна, его положения в последующие моменты времени и наносить их на морскую карту, то есть производить прокладку курса судна на карте. Таким образом осуществляется счисление пути судна. Однако, счисление пути судна подобно движению «вслепую». Географические координаты яхты, полученные при счислении (счислимые координаты) периодически необходимо уточнять либо по береговым навигационным ориентирам, либо по наблюдениям небесных светил. В нашем случае возможен лишь второй вариант. Уточненные географические координаты судна, полученные из наблюдений, называются обсервованными.

Секстан позволяет измерять высоту светила над видимым морским горизонтом. Поэтому наблюдения должны проводиться во время навигационных сумерек (утренних или вечерних), когда одновременно видны яркие звезды и морской горизонт.

Прежде, чем проводить наблюдения небесных светил, надо по таблицам ОАК для точки Земли с известными счислимыми координатами судна (счислимой широтой φ_c и счислимой долготой λ_c) определить моменты по киевскому времени T_k начала и конца предстоящих навигационных сумерек, а затем найти момент по всемирному времени T_0 их начала. Зная момент T_0 начала навигационных сумерек и счислимую долготу λ_c , можно найти местное звездное время S начала навигационных сумерек.

Затем по счислимой широте φ_c и местному звездному времени S начала навигационных сумерек устанавливают звездный глобус. На звездном глобусе выбирают несколько ярких звезд, высота которых должна быть в пределах от 10° до 70° , а разность их азимутов должна составлять около 90° .

В числе светил, подобранных для наблюдений, кроме звезд, могут быть включены и навигационные планеты, положения которых предварительно наносятся на звездный глобус по их экваториальным координатам на момент наблюдения, взятым из ОАК.

Во время навигационных сумерек с помощью секстана проводят наблюдения двух светил из числа заранее подобранных. При наблюдениях светил измеряют высоты $h_{изм}$ светил и определяют моменты времени $T_{изм}$ их измерений по хронометру. Интервал времени между измерениями высот светил не должен превышать нескольких минут, поэтому такие наблюдения считаются условно одновременными. Необходимая точность измерения моментов времени (до 1 секунды) обеспечивается применением секундомера.

После окончания наблюдений светил проводят математическую обработку их результатов. Вычисления проводятся с помощью калькулятора, а их результаты записываются в специальную тетрадь. Первым эта-

пом обработки является нахождение точных моментов T_0 измерений высот светил по всемирному времени УТ. Зная поправку хронометра $\Delta T_{\text{хр}}$, находят моменты T_0 измерений по формуле

$$T_0 = T_{\text{изм}} + \Delta T_{\text{хр}}.$$

Затем для каждого из моментов T_0 вычисляют местное звездное время S по формуле, приведенной в ОАК. Из эфемеридных таблиц ОАК находят видимые экваториальные координаты α и δ светил на моменты T_0 измерений методом интерполяции. Если наблюдалась звезда, то ее экваториальные координаты определяются из таблицы «Видимые места ярких звезд» (стр. 134-136), если планета – то из таблицы ее эфемерид. Для вычислений значения α и S должны быть выражены в часах и их десятичных долях, а значения δ и φ_c – в градусах и их десятичных долях. Северные δ и φ_c положительны, а южные – отрицательны.

Следующий этап – вычисление счислимых высот h_c и геодезических азимутов A_r светил. Сначала находят местные часовые углы t светил по формуле

$$t = S - \alpha.$$

Найденные значения часовых углов t при этом будут выражены в часах. Чтобы выразить t в градусах, следует их значения, выраженные в часах, умножить на 15.

Затем определяют счислимую высоту h_c и астрономический азимут A светила по следующим формулам:

$$\sin h_c = \sin \varphi_c \sin \delta + \cos \varphi_c \cos \delta \cos t,$$

$$\operatorname{tg} A = \frac{\sin t}{\cos t \sin \varphi_c - \operatorname{tg} \delta \cos \varphi_c},$$

где знаки $\sin A$ и $\cos A$ совпадают со знаками числителя и знаменателя соответственно, что позволяет получить значение азимута A в нужной четверти. Вычисленные значения счислимых высот h_c светил должны быть выражены в градусах и их десятичных долях. Найденные значения астрономических азимутов A светил также должны быть выражены в градусах и находиться в интервале от -180° до $+180^\circ$.

В судовождении вместо астрономического азимута A используется геодезический азимут A_r , который отсчитывается от точки севера к востоку и принимает значения от 0° до 360° . Его легко найти по формуле

$$A_r = A + 180^\circ.$$

Вычисленное значение A_r должно находиться в интервале от 0° до 360° .

Следующий этап – исправление высот светил. Если известны инструментальная поправка секстана и поправка индекса секстана, то к измеренной высоте $h_{\text{изм}}$ прибавляют обе поправки. Затем вычитают понижение видимого горизонта D , которое вычисляется по формуле

$$D = 1.76' \sqrt{H},$$

где H – высота глаза наблюдателя над уровнем моря, выраженная в мет-

рах. В результате получают видимые высоты h_B и соответствующие им видимые зенитные расстояния z' . По таблицам раздела «Астрономическая рефракция» находят поправку за рефракцию p для каждого светила и вычисляют истинные зенитные расстояния z светил, позволяющие определить их истинные высоты $h_{ист}$.

Для Луны и двух ближайших к Земле навигационных планет (Венеры и Марса) при исправлении высот следует еще учитывать поправку за суточный параллакс p . Эту поправку прибавляют к истинной высоте $h_{ист}$. Поправка за суточный параллакс может быть найдена из формулы

$$\sin p = \sin p_0 \cos h_B,$$

где p_0 – горизонтальный экваториальный параллакс светила. Горизонтальный экваториальный параллакс светила можно найти из выражения

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

где C – коэффициент, зависящий от светила; d – видимый диаметр диска светила, взятый из эфемеридных таблиц ОАК. Для Луны $C=3.670$, для Венеры $C=1.054$, для Марса $C=1.880$. Для Солнца $C=0.00916$, и его горизонтальный экваториальный параллакс меняется в небольших пределах: от $8.65''$ в начале июля до $8.94''$ в начале января. Если высокая точность в определении места судна не нужна, то поправкой за суточный параллакс Солнца можно пренебречь. Для Юпитера и Сатурна горизонтальный экваториальный параллакс очень мал, поэтому поправку за суточный параллакс не учитывают.

Вследствие суточного вращения Земли и движения судна относительно Земли высоты светил непрерывно меняются со временем. Поэтому истинные высоты $h_{ист}$ светил необходимо привести к одному моменту и к одному зениту. Чаще всего высоты приводят к моменту и зениту последнего наблюдения. Для интервала времени ΔT между наблюдениями, выраженного в секундах, вычисляется поправка

$$\Delta h_z = \left[\frac{1}{4} \cos \varphi_c \sin A_r + \frac{V}{3600} \cos(A_r - K) \right] \Delta T,$$

с помощью которой можно найти приведенную обсервованную высоту первого наблюдения. Для второго (последнего) наблюдения $\Delta h_z=0$. Приведенные обсервованные высоты h_0 светил определяют по формуле

$$h_0 = h_{ист} + \Delta h_z.$$

Теперь для каждого светила можно вычислить перенос

$$n = h_0 - h_c,$$

который должен быть выражен в минутах дуги и их десятичных долях.

Перенос n и геодезический азимут A_r светила однозначно задают его высотную линию положения (ВЛП), т.е. линию равных высот светила на морской карте. Эта линия является касательной к кругу равных высот светила на поверхности Земли вблизи счислимого места судна. На ВЛП данного светила как раз и находится судно. Точка пересечения ВЛП двух светил на карте определяет его обсервованное положение.

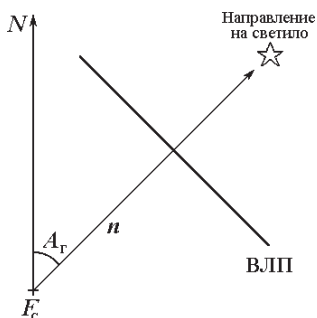


Рис. 1. Графическое построение высотной линии положения светила

Построение ВЛП на карте (астрономическая прокладка) осуществляется следующим образом. На морскую карту (составленную в проекции Меркатора), соответствующую району плавания судна, простым карандашом в виде крестика наносится точка с известными числимыми координатами судна (φ_c и λ_c), которая называется счислимой точкой F_c (рис.1). Проведем через счислимую точку прямую, проходящую под углом A_r к меридиану. Направление этой прямой, проведенной от счислимой точки, показывает на карте геодезический азимут A_r данного светила. Затем от счислимой точки вдоль прямой откладывается отрезок, длина которого в морских милях численно равна переносу n , выраженному в минутах дуги. Если $n > 0$, то отрезок прямой откладывается в направлении геодезического азимута светила, если $n < 0$, то отрезок прямой откладывается в противоположном направлении. Через конец полученного отрезка проводят перпендикуляр к нему, который и является ВЛП данного светила.

Аналогично производится построение ВЛП второго светила. Точка пересечения обеих ВЛП светил C_1 и C_2 на карте называется обсервованной точкой F_o , которая обозначается двойным кружком (рис.2). Определив на карте обсервованную точку F_o , проводят кривую линию (невязку), показывающую направление из счислимой точки в обсервованную и расстояние между ними.

В обсервованной точке F_o находится наше судно, географические координаты (φ_o и λ_o) этой точки, снятые с рамки карты, являются обсервованными координатами судна.

Мы рассмотрели простейший метод определения места судна по одновременным наблюдениям двух светил. Существуют более сложные методы, обеспечивающие более высокую точность, например, методы определения места судна по одновременным наблюдениям трех и четырех светил.

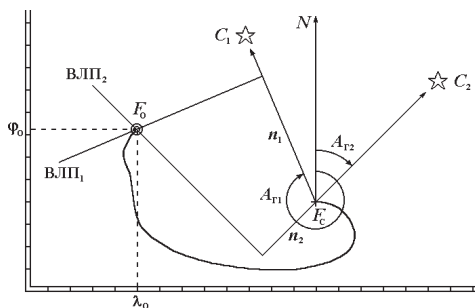


Рис. 2. Определение обсервованных координат судна на карте по ВЛП двух светил

При плавании днем применяется метод определения места судна по разновременным наблюдениям Солнца. Различные методы определения места судна, методы определения широты места и методы астрономического определения поправки компаса изучаются в курсе мореходной астрономии курсантами судоводительских специальностей Одесской национальной морской академии.