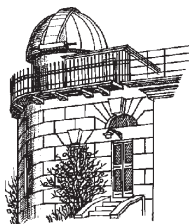


**ОДЕССКИЙ  
АСТРОНОМИЧЕСКИЙ  
КАЛЕНДАРЬ**

**2000**



Одесса  
“АстроПринт”  
2000

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

Одесский астрономический календарь (ОАК-2000) предназначен для широкого круга читателей, интересующихся проблемами астрономии и применением астрономических данных. Собранные в календаре сведения могут пригодиться учащимся, любителям астрономии, профессиональным работникам, нуждающимся в определении времени заходов и восходов Солнца и Луны и наступления сумерек, любителям сведений о положениях светил в знаках Зодиака и другим гражданам. В данный выпуск календаря, кроме таблиц, определяющих положения небесных светил и время наблюдений астрономических явлений на небесной сфере, включены также очерки по интересным вопросам астрономии и в качестве приложения - Инструкция по наблюдениям переменных звезд. Одесский астрономический календарь выпускается на русском языке и предназначен для жителей южного региона Украины.

The Odessa Astronomical Calendar (OAC-2000) is intended for a wide range of the readers who are were interested in problems of astronomy and application of the astronomical data. The items of information, assembled in Calendar, can need learning, amateurs of astronomy, professional workers requiring for definition of time of stoppings and sunrises and moon and approach of twilights, the fans of the items of information about positions of heavenly bodies in signs of the Zodiac and other citizens. In the given release of a Calendar, except for the tables the defining positions of celestial heavenly bodies and time of observations of astronomical appearances on a celestial orb, are switched on also sketches on interesting problems of astronomy and as the application - Instruction on observations of variable stars. The Odessa Astronomical Calendar is issued in Russian and is intended for the inhabitants of southern locale of Ukraine.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

Члены редколлегии:

*Андронов И.Л.*, д-р физ.-мат. наук, *Волянская М.Ю.*, канд. физ.-мат. наук,

*Комаров Н.С.*, проф., д-р физ.-мат. наук, *Кошкин Н.И.*, канд. физ.-мат. наук,

*Позигун В.А.*, канд. физ.-мат. наук, *Рябов М.И.*, канд. физ.-мат. наук.

ИЗДАТЕЛЬ: *Гарбузов Г.А.*, 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 1605000000-021 Без объявл.  
549-2000

ISBN 966-549-418-X

© Одесская астрономическая  
обсерватория, 2000

## Содержание

Предисловие (В.Г.Каретников) .....	4
Табель-календарь (Н.И.Кошкин) .....	5
Основные термины и обозначения (В.Г.Каретников) .....	6
Астрономические явления 2000 года (М.И.Рябов) .....	7
Объяснения к эфемеридам (В.В.Михальчук) .....	8
Эфемериды Солнца и Луны (В.В.Михальчук) .....	12-35
Сумерки для Одессы (В.В.Михальчук) .....	36-41
Планеты (В.В.Михальчук) .....	42-54
Спутники планет (В.В.Михальчук) .....	55-59
Солнечные и лунные затмения (В.В.Михальчук) .....	60-64
Покрывтия звезд Луной (В.В.Михальчук) .....	65-67
Яркие малые планеты (В.В.Михальчук, Н.И.Кошкин) .....	68-77
Кометы и метеорные потоки (К.И.Чурюмов, А.К.Маркина) .....	78-85
Яркие звезды (Н.С.Комаров) .....	86
Яркие переменные звезды (И.Л.Андронов) .....	88
Звездные скопления, галактики и туманности (В.А.Позигун) .....	89
Вычисление Юлианской даты (И.Л.Андронов) .....	91
“Планеты” в знаках Зодиака (В.А.Позигун) .....	92-103
<b>ПОПУЛЯРНЫЕ ОЧЕРКИ</b>	
Переменность в жизни звезд (И.Л.Андронов, Л.Л.Чинарова) .....	104
Текущий 23-й цикл Солнечной активности (В.Н.Ишков) .....	111
Когда наступит третье тысячелетие (Н.С.Комаров) .....	117
Опасность столкновения астероидов с Землей (Н.И.Кошкин) .....	120
Космические миссии XXI века (М.И.Рябов) .....	122
Юстировка оптической схемы двухзеркального телескопа (Н.Н.Фадеевский) .....	124
<b>ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ 2000 ГОДА</b>	
Александр Яковлевич Орлов. К 120-летию со дня рождения (М.Ю.Волянская) .....	128
К 135-летию кафедры астрономии Одесского (Новороссийского) университета (В.А.Позигун) .....	131
150 лет со дня рождения А.К.Кононовича (В.Г.Каретников) .....	135
Рекомендуемая литература по астрономии (В.Г.Каретников) .....	137
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b>	
Названия созвездий, знаки зодиака (М.Ю.Волянская) .....	138
Некоторые астрономические обозначения, греческий алфавит (М.Ю.Волянская) .....	140
Инструкция по фотометрическим наблюдениям переменных звезд (И.Л.Андронов, Л.Л.Чинарова) .....	141
Астрономические организации в Одессе (М.И.Рябов) .....	148
Карты звездного неба (Н.И.Кошкин) .....	150-158

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый читателю выпуск “Одесского астрономического календаря” на 2000 год представляет собой попытку возрождения одноименного издания, которое выпускалось Астрономической обсерваторией Новороссийского (ныне Одесского) университета в начале нынешнего XX века под руководством директора обсерватории (1912-1933), заведующего кафедрой астрономии (1912-1920), доктора астрономии, профессора Александра Яковлевича Орлова (1880-1954), академика АН УССР, члена-корреспондента АН СССР. Издание календаря возобновляется в связи со 120-летием со дня рождения А.Я.Орлова, которое будет отмечаться в 2000 году.

Одесский астрономический календарь предназначен для удовлетворения интересов и запросов широкого круга читателей, любителей астрономии и учащейся молодежи южного региона Украины. Одесский астрономический календарь не претендует на ту роль, которую играет выпускаемый для профессиональной работы Астрономический Ежегодник, и содержит ограниченное количество необходимого справочного материала. Его основная цель состоит в обеспечении интересующегося проблемами астрономии читателя сведениями об астрономических явлениях 2000 года, видимых невооруженным глазом или с применением небольших оптических приборов.

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

Коллектив редколлегии Одесского астрономического календаря “ОАК-2000” 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, Одесса, парк им.Т.Г.Шевченко,  
НИИ “Астрономическая обсерватория” при ОГУ,  
редколлегия Астрономического календаря.*

Редколлегия обращается к 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.) – среднее расстояние между Солнцем и Землей.  
*Световой год* – расстояние, которое свет проходит за один год ( $6,324 \cdot 10^8$  а.е.).  
*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 небесного тела.  
*Эклиптика* – большой круг на небесной сфере, вдоль которого движется Солнце.  
*Созвездия* – участки звездного неба, которым присвоены собственные имена.  
*Зодиак* – 12 созвездий, через которые в своем движении проходит Солнце.  
*Небесный экватор* – большой круг на небесной сфере – результат пересечения с небесной сферой плоскости, параллельной плоскости земного экватора.  
*Равноденствие* – время прохождения Солнцем точек пересечения эклиптики и 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).  
*Соединение* – положение небесных тел на одной линии с наблюдателем (для Меркурия и Венеры наблюдаются: нижнее и верхнее соединения).  
*Противостояние* – положение светил в противоположном направлении.  
*Узел* – точка пересечения орбиты небесного тела с эклипстикой.  
*Квадратура* – положение двух небесных тел под углом в  $90^\circ$ .  
*Элонгация (E)* – угловое удаление одного небесного тела от другого.  
*Эфемериды* – расчетное указание времени и места нахождения небесного тела.  
*Фазы Луны* – величина освещенной части (в новолуние 0.0, в полнолуние 1.0).  
*Возраст Луны (VL)* – возраст Луны в сутках, отсчитываемый от новолуния.

$T_0$  – всемирное, гринвичское время (поясное время на нулевом меридиане).  
 $T_n$  – поясное время (Киевское время в Украине  $T_n = T_0 + 2$  часа).  
 $T_n$  – летнее время (для Украины с 26 марта по 29 октября  $T_n = T_0 + 3$  часа).  
 $t$  – поясное время восходов ( $t_v$ ), кульминаций ( $t_k$ ), заходов ( $t_z$ ) небесных тел.  
 $\tau$  – продолжительность видимости небесного тела в часовой мере.  
 $\eta$  – уравнение времени, связывающая истинное и среднее солнечное время.  
 $J.D$  – юлианская дата – число суток, прошедших с полудня 01.01.4713 г. д. н.э.  
 $d$  – наблюдаемый с Земли угловой диаметр небесного тела.  
 $S$  – местное звездное время (рассчитывается на долготу наблюдателя).  
 $S_0$  – звездное время в нулевом меридиане (в Гринвиче) в  $T_0 = 0$  часов.  
 $\lambda$  – географическая долгота места наблюдений ( $\lambda_0 = 30.7^\circ$  для Одессы).  
 $\varphi$  – географическая широта места наблюдений ( $\varphi_0 = +46.5^\circ$  для Одессы).  
 $A$  – азимут восхода ( $A_v$ ) и захода ( $A_z$ ) небесного тела (для Одессы  $A_0$ ).  
 $h$  – высота светила над горизонтом в градусах.  
 $\alpha$  – прямое восхождение в экваториальной системе координат в часовой мере.  
 $\delta$  – склонение небесного тела в той же системе координат в градусной мере.  
 $r$  – радиус-вектор небесного тела (расстояние планеты от Солнца в а.е.).  
 $\Delta$  – расстояние небесного тела от Земли (геоцентрическое расстояние в а.е.).  
 $\beta$  – фазовый угол между направлениями с небесного тела на Солнце и Землю.  
 $\sigma$  – угловое расстояние между центрами Луны и тени при лунных затмениях.  
 $p$  – позиционный угол 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.

## 2000

**Тропический год 2000.0 начинается 1 января 2000 г. в 0ч47м по всемирному времени.**

Все моменты в календаре, если не обозначен тип времени, указаны во всемирном времени ( $T_0$ ). Переход от него к поясному времени ( $T_n$ ) второго часового пояса (Киевское время) совершается прибавлением 2 (двух) часов. Переход от всемирного времени к летнему времени ( $T_d$ ) совершается прибавлением 3 (трех) часов. Летнее время в Украине вводится 26 марта и отменяется 29 октября 2000 года.

### Начало сезонов года

Весна	Лето	Осень	Зима
20 марта 7ч31м (весеннее равноденствие)	21 июня 1ч43м (летнее солнцестояние)	22 сентября 17ч19м (осеннее равноденствие)	21 декабря 13ч32 (зимнее солнцестояние)

### Точки орбиты барицентра системы Земля-Луна

4 января 0ч.14м. - перигелий (наименьшее в среднем расстояние в 147.1 млн.км)  
4 июля 15ч.21м. - афелий (наибольшее в среднем расстояние в 152.1 млн.км)

## Астрономические явления 2000 года

### СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ:

В 2000 году произойдет 6 затмений - 4 солнечных и 2 лунных.

**21 января** - ПОЛНОЕ ЛУННОЕ ЗАТМЕНИЕ (Европа, Северо-запад Африки, Атлантический океан, Тихий океан), видимое в Одессе.

**5 февраля** - ЧАСТНОЕ СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ (Антарктика, Центральная и южная часть Индийского океана).

**1 июля** - ЧАСТНОЕ СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ (Центральная и южная часть Тихого океана, южная часть Чили и Аргентины).

**16 июля** - ПОЛНОЕ ЛУННОЕ ЗАТМЕНИЕ (Австралия, Восток России, Япония, Китай, Юго-Восточная Азия, Индия, Индийский океан, Антарктида, Гавайские острова, Восток Тихого океана).

**31 июля** - ЧАСТНОЕ СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ (Запад России, Север Скандинавии и Гренландии, север России, Северный Ледовитый океан, северо-запад Северной Америки).

**25 декабря** - ЧАСТНОЕ СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ (Мексика, Вост Индия, Северная Америка, Запад Атлантического океана, Гренландия).

### СОЕДИНЕНИЯ ЯРКИХ ПЛАНЕТ:

**15 марта** - МЕРКУРИЙ с ВЕНЕРОЙ, **6 апреля** - МАРС с ЮПИТЕРОМ, **16 апреля** - МАРС с САТУРНОМ, **17 мая** - ВЕНЕРА с ЮПИТЕРОМ, **18 мая** - ВЕНЕРА с САТУРНОМ, **19 мая** - МЕРКУРИЙ с МАРСОМ, **28 мая** - ЮПИТЕР-САТУРН, **21 июня** - ВЕНЕРА с МАРСОМ, **10 августа** - МЕРКУРИЙ с МАРСОМ.

### МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ:

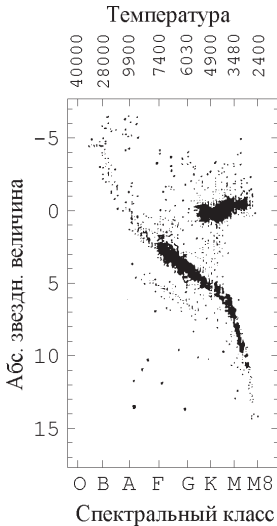
**1-5.01** - КВАДРАНТИДЫ (макс. 4.01, 120 в час). **16-25.04** - ЛИРИДЫ (макс 21.04, 15 в час). **19.04-28.05** - ЭТА-АКВАРИДЫ (5.05, 60 в час). **12-31.07** - Южные Дельта АКВАРИДЫ (27.07, 20 в час). **17.07-24.08** - ПЕРСЕИДЫ (макс 12.08, 140 в час). **2.10-7.11** - ОРИОНИДЫ (макс 21.10, 20 в час). **14-21.11** - ЛЕОНИДЫ (макс. 17.11, 100 в час. ). **7-17.12** - ГЕМЕНИДЫ (макс. 13.12, 120 в час.).

## ПЕРЕМЕННОСТЬ В ЖИЗНИ ЗВЕЗД

*И.Л.Андронов, Л.Л.Чинарова*

Звезды образуются в межзвездных облаках газа и пыли путем конденсации в глобулы (протозвезды) и их сжатия с повышением температуры центральных областей. При этом начинается выделение энергии сперва гравитационного сжатия, а при достижении температур в центре протозвезды в миллионы градусов - энергии термоядерного синтеза. Полученные при этом высоконагретые плазменные газовые шары называются звездами. Массы их могут меняться от сотых долей до сотни масс Солнца, а размеры от нескольких километров до десятка тысяч радиусов Солнца. Эти характеристики определяют, получаемые из наблюдений блеск звезд (их светимости) и температуры светящихся поверхностей (либо их спектральные классы).

Если построить диаграмму “спектр-светимость” для звезд, называемую еще диаграммой Герцшпрунга-Рессела (рис.1), то окажется, что звезды группируются в отдельные последовательности, среди которых нетрудно выделить классы звезд-карликов, звезд-гигантов и звезд-сверхгигантов, различающихся по размерам и светимостям. В процессе своего развития звезды переходят из одного состояния в другое, проживая жизнь сперва карликов, затем гигантов и сверхгигантов, и заканчивая жизнь в роли белых, либо коричневых карликов, нейтронных звезд и черных дыр - объектов очень малых размеров и светимостей. Таким образом, звезды, меняя свое физическое состояние, испытывают периоды неустойчивости и меняют свой блеск и становятся переменными звездами.



Таким образом, все звезды являются переменными и, когда говорят о постоянных звездах, то подразумевается, что это звезды, переменность которых не была зарегистрирована на протяжении их исследования человечеством. С ростом количества наблюдений и улучшением точности приборов, открывается все больше и больше новых переменных звезд. Эти звезды заносятся в “Общий каталог переменных звезд” (ОКПЗ), издаваемый по поручению Международного Астрономического Союза (МАС) Институтом астрономии Академии Наук России (ИНАСАН) и Государственным астрономи-

Рис. 1.  
Диаграмма Герцшпрунга-Рессела. Сверху показаны значения температуры, соответствующие спектральным классам O5, B0, ..., M0, M8.

ческим институтом им. П.К.Штернберга (ГАИШ) Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова.

В 4-м издании ОКПЗ была зарегистрирована 31991 переменная звезда, еще 14810 занесены в “Новый каталог звезд, заподозренных в переменности блеска”. Зарегистрировать переменность блеска звезды можно, если измерять его в разные моменты времени. Для массовых поисков переменных звезд используются изображения областей неба, полученные на фотонегативах. Одна из крупнейших коллекций патрульных снимков звездного неба, насчитывающая более 100 тысяч негативов(третья в мире по количеству), получена в Астрономической обсерватории Одесского государственного университета по инициативе В.П.Цесевича (1907-1983).

За последние годы число известных переменных звезд значительно увеличилось в результате обзоров неба в рентгеновском, ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном диапазонах спектра, выполненных на космических обсерваториях, установленных на искусственных спутниках Земли. Массовые открытия новых переменных звезд при помощи наземных телескопов в настоящее время происходят при исследовании спутников нашей Галактики - Большого и Малого Магеллановых Облаков, а также значительно меньших по размерам шаровых звездных скоплений.

Точные координаты переменных звезд являются достаточной характеристикой для их идентификации. Однако “длинные числа, похожие на телефонные номера, неудобны, когда речь идет о хороших знаках”. Яркие звезды в созвездиях обозначаются греческими буквами, и переменными являются только некоторые из них. А обозначения переменных звезд использованы заглавные латинские буквы R, S, ..., Z, RR, RS, ... RZ, SS, ... SZ, ... ZZ, AA, ... AQ, BB, ... BQ, ... QQ, и название созвездия, например AM Геркулеса. При этом буква J не используется. Когда не хватает буквенных комбинаций, используется сочетание букв V (variable, переменная) и порядковый номер. Начиная с числа 335: V335, V336, ...

Основными типами переменных звезд являются физические переменные звезды и звезды с асимметрией излучения (затменные, вращающиеся), которые поворачиваются к наблюдателю разными сторонами. Физические переменные разделяются на два основных типа - пульсирующие и эруптивные, каждый из них на более мелкие типы. Всего выделено свыше 70 типов переменности, однако, классификация продолжает изменяться в соответствии с результатами новых исследований.

Среди затменных звезд выделены типы  $\beta$  Персея (EA),  $\beta$  Лиры (EB), типа W Большой Медведицы (EW), а также тесные двойные оптически переменные источники сильного рентгеновского излучения. Среди пульсирующих звезд (от белых карликов до гигантов и сверхгигантов) звезды типов  $\delta$  Щита ( $\delta$ Sct), RR Лиры (RR),  $\delta$  Цефея ( $\delta$ C) и W Девы (W Vir), полуправильные (RV и SR), мириды (M) и медленно меняющие свой блеск неправильные (L). Среди эруптивных вспыхивающих звезд типов UV Кита (UV), T Тельца (In), R Северной Короны (RCrB), RS Гончих Псов (RS), звезды типа Вольфа-Райе (WR). Среди взрывных звезд находятся типы сверхновых, новых, повторных новых, карликовых новых, новоподобных,



симбиотических и вращающихся и химически peculiarных объектов. Подробная классификация переменных звезд для специалистов находится в “Общем каталоге переменных звезд” (ОКПЗ), а популярная в книге В.П.Цесевича “Переменные звезды и их наблюдения”, Наука, М., 1980.

Основным источником наиболее точной информации об основных характеристиках звезд (массах, радиусах, температурах, светимостях) являются затменные двойные системы, которые наблюдаются под небольшим углом к орбитальной плоскости. В этих системах периодически одна звезда затмевает другую и наблюдатель видит вызванное затмением ослабление блеска системы.

В звездах типа Алголя ( $\beta$  Персея, EA) кривые изменения блеска таковы, что по ним легко показать, что радиусы звезд двойной системы значительно меньше расстояния между их центрами, а сами звезды имеют вытянутую форму (рис.2). Такие двойные системы называют “разделенными”. В “полуразделенных” же одна из звезд заполняет критическую область пространства (полость Роша) и вещество этой раздувшейся звезды не может удержаться ее гравитацией и притягивается ко второй звезде. Возникает газовый поток и аккреционный диск, часть которого постепенно выпадает на вторую звезду. Примером такой пары является  $\beta$  Лиры (EB). Третий тип систем - “контактные” типа W Большой Медведицы (EW), когда обе звезды заполняют свои полости Роша и около них образуется общая оболочка. По различным оценкам, от 70 до 90 % всех звезд входят в двойные и кратные системы, но не все из них расположены так, чтобы мы могли наблюдать затмения.

Кроме этой упрощенной классификации по относительным размерам звездных компонентов двойной системы и заполнению ими своих полостей Роша, существуют классификации в соответствии с физическими характеристиками звезд. Среди них выделяются классы рентгеновских двойных систем, в которых перетекание вещества (аккреция) идет на сверхплотные компактные объекты: белый карлик, нейтронную звезду, либо черную дыру.

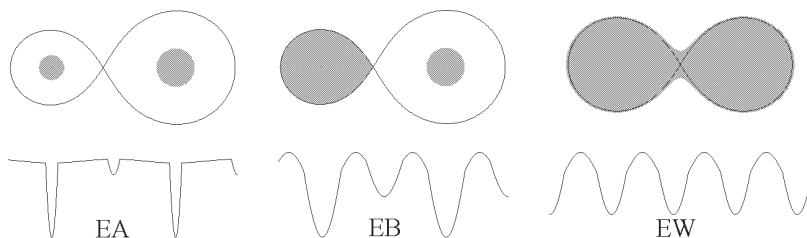


Рис.2. Схемы-модели затменных двойных звезд разных типов (вверху) - разделенных (EA, типа Алголя), полуразделенных (EB, типа Бета Лиры) и контактных (EW, типа W Большой Медведицы) - и соответствующие кривые блеска (внизу).

Разнообразен и “зоопарк” пульсирующих звезд, в которых перенос вещества из недр является нестабильным, и наблюдаются периодические увеличения и уменьшения размеров внутренних слоев. Положение некоторых типов этих звезд на диаграмме “спектр-светимость” показано на рис.3.

Наиболее стабильными по форме являются звезды типа  $\delta$  Шита, которые называют “маяками Вселенной”. Как оказалось, период пульсаций однозначно определяет не только форму кривой блеска, но и светимость в максимуме и минимуме и другие характеристики. Построив в начале века зависимость “период-светимость” для ближайших звезд с известными расстояниями, удалось определить расстояния до звездных систем, которые невозможно измерить астрометрически. Классические цефеиды являются также “пробным камнем” для теорий пульсаций звезд.

Более разнообразными по наблюдательным проявлениям являются звезды типа RR Лиры, у многих из которых присутствует эффект Блакко - периодические изменения формы кривой блеска за десятки дней. Звезды с большими периодами пульсаций характеризуются большими радиуса-

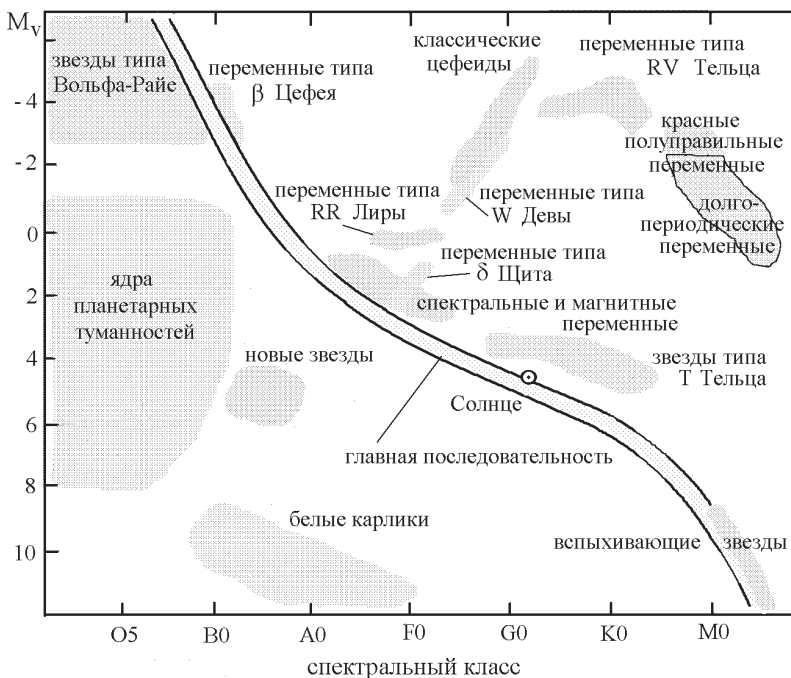


Рис.3. Положение физически переменных звезд разных типов на диаграмме Герцшпрунга-Ресселя. По оси ординат отложена абсолютная звездная величина  $M_v$ .

ми, и относятся к гигантам или сверхгигантам. Они показывают сложные колебания с несколькими циклами и меняющимися амплитудами. Это звезды типа RV Тельца, полуправильные и неправильные переменные. Относительно более стабильными кривыми блеска и самыми большими амплитудами характеризуются звезды типа Миры Кита.

Астрономы - профессионалы активно используют наблюдения любителей при исследовании звезд разных типов - затменных, пульсирующих, взрывных и эруптивных.

Ассоциации наблюдателей переменных звезд существуют во всех развитых странах. Крупнейшей в Европе является международная база данных Французской ассоциации наблюдателей переменных звезд (AFOEV), издающая ежеквартально свой собственный бюллетень с индивидуальными наблюдениями и результатами их обработки. Всего были представлены наблюдения 1700 звезд, и число исследованных объектов увеличивается. С 1993 года эти наблюдения доступны через Internet. Второй открытой для использования базой данных, объединяющей японских наблюдателей, является VSOLJ. Однако, самая крупная база данных создана в американской ассоциации (AAVSO). В ней насчитывается более 9 миллионов наблюдений, проведенных в разных странах мира. При выполнении некоторых условий, возможно получение наблюдений и из этой базы данных.

На рис. 4 приведены кривые блеска звезд, показывающих разные типы переменности.

Переменная звезда R Льва (Leo) относится к классу мирид. “Мира” по-латыни означает удивительная - так была названа первая звезда этого типа, открытая в 1596 году. Это холодные красные гиганты, в которых перенос энергии из недр приводит к почти периодическим пульсациям с большой амплитудой изменения блеска. У некоторых мирид амплитуда достигает 11 звездных величин, т.е. в максимуме звезда в 25 тысяч раз (!) ярче, чем в минимуме.

Звезда RV Тельца также пульсирует, но является сверхгигантом. Волны на кривой блеска таких звезд с периодами от 30 до 150 суток накладываются на медленные (600-1500 суток) изменения.

Магнитная тесная двойная звезда (поляр) AM Геркулеса показывает изменения блеска с характерными временами около секунды (пульсации аккреционной колонны вблизи магнитного полюса белого карлика), десятков секунд (столкновение со скоростью около тысячи км/с длинной плазменной нити - “спагетти” - с аккреционной колонной), 3 часа (вращение белого карлика), от суток до лет (переключения между состояниями высокой и низкой светимости, связанные с модуляцией перетекания вещества). Это звезды с очень сильными магнитными полями, достигающими 260 миллионов Гаусс. Наличие такого количества типов переменности в одной системе приводит к кажущейся хаотичности результирующих изменений блеска.

Карликовые новые звезды SS Лебеда и Z Жирафа состоят из красного карлика, оболочка которого перетекает на белый карлик через быстро вращающийся аккреционный диск. В этом диске происходит накопление

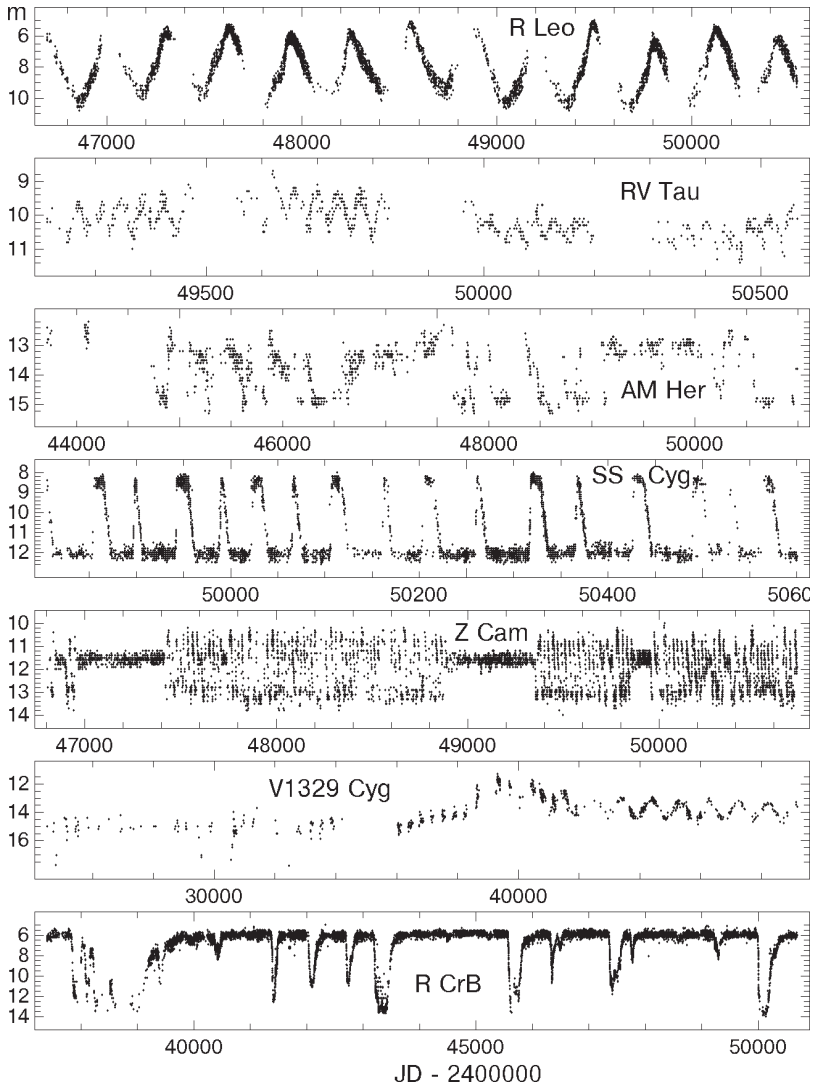


Рис.4. Кривые блеска звезд разных типов по визуальным наблюдениям членов AFOEV и VSOLJ. Кривая блеска симбиотической новой V1329 Лебеда получена по фотографическим наблюдениям разных авторов. Многие из звезд показывают наложенные изменения блеска с различными характерными временами, что показывает необходимость их регулярных наблюдений.

вещества, резкое увеличение его вязкости, что приводит к выпадению плазмы на белый карлик со скоростью около нескольких тысяч км/с, мощному выделению энергии, приводящему к вспышке. В отличие от SS Лебедя, в двойной звезде Z Жирафа интервалы времени относительной стационарности диска сменяются состояниями нестабильности и переключения состояний светимости между максимальным и минимальным.

“Промежуточные поляры” показывают характеристики и магнитных (аккреционные колонны вблизи магнитных полюсов белого карлика), и немагнитных (аккреционный диск) систем. Их переменность отражает и вращение белого карлика, и орбитальное движение, и периодически меняющийся подогрев звезды-спутника излучением горячей плазмы вблизи белого карлика, и “включение” и “выключение” аккреции.

“Обычные” новые звезды характеризуются значительно более мощными вспышками за время от суток до сотен суток, последующим падением блеска к прежнему состоянию от месяцев до десятилетий. Соответственно их разделяют на быстрые и медленные новые. Амплитуда изменения блеска очень велика от 7 до 19 звездных величин. Объясняются вспышки новым накоплением “критической массы” водорода на поверхности белого карлика (около стотысячной доли массы Солнца) и последующим термоядерным взрывом. Обычно вспышки звезды как новой происходят с интервалом около 100 тысяч лет, но в некоторых системах перенос вещества спутника столь интенсивен, что критическая масса успевает накопиться за несколько десятилетий, и можно зарегистрировать две или более вспышек. Такие звезды называют повторными новыми.

Звезда V1329 Суг - симбиотическая новая. До вспышки ее светимость была мала, наблюдались глубокие затмения. После вспышки кривая блеска стала более плавной, орбитальный период системы равен 956 суток. Симбиотические звезды - это обширный класс двойных систем, состоящих, как правило, из красного гиганта и белого карлика или субкарлика, окруженных газовой околозвездной оболочкой. Некоторые из них вспыхивают, как новые звезды, а в других основным источником переменности являются пульсации красного гиганта.

Звезды типа R СтВ (Северной Короны) имеют высокое содержание углерода и гелия и одновременно являются и пульсирующими, и эруптивными. Ослабления блеска на 1-9 звездных величин, длящиеся более месяца, объясняются выбросом облаков вещества с его последующей конденсацией и затмением центральной звезды.

Очень часто деление переменных на разные типы бывает весьма условным, поскольку один и тот же объект может в ходе эволюции перейти из одного типа к другому или проявлять признаки двух типов одновременно. Именно такие сложные объекты представляют наибольший интерес для исследователей ввиду их практической непредсказуемости и обилия сюрпризов, которые они преподносят при детальном исследовании.

Наблюдения переменности звезд не только интересны, но и престижны для тысяч любителей астрономии во всех странах. Так пожелаем же и тебе, Читатель, “найти свою звезду”!

## ТЕКУЩИЙ 23 ЦИКЛ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

*В. Н. Ишков*

Солнечной активностью принято называть всю совокупность наблюдаемых нестационарных явлений в атмосфере Солнца, вызывающих изменения его излучения в различных диапазонах электромагнитных волн и потоках частиц различных энергий. Степень солнечной активности характеризуется определенными наблюдательными индексами, наиболее длительный ряд из которых имеет относительное число солнечных пятен ( $W$ ), впервые введенный Р. Вольфом. Данный индекс регулярно определяется в Цюрихе с 1849 года, и этот год можно считать за начало научных наблюдений Солнца. Вольф также восстановил среднемесячные значения данного индекса с 1749 и среднегодовые с 1700 года.

За первый цикл условно принят цикл солнечной активности, начавшийся в марте 1755 года. Следует иметь в виду, что ряд относительных чисел солнечных пятен до 1849 года был восстановлен по довольно обрывочным данным различных европейских наблюдателей. Современные исследователи по обрывочным данным отдельных телескопических наблюдений сумели качественно продлить этот ряд до 1611 года. Достоверность всех восстановленных данных несравненно ниже цюрихского ряда и, строго говоря, для статистических исследований они не подходят.

На рисунке 1 приведен весь известный ряд относительных чисел солнечных пятен с 1611 года по настоящий момент, причем степень достоверности наблюдательных данных показана графически: точки - качественная оценка, штрихи - низкая достоверность, сплошная кривая - достоверные данные. Из сказанного выше следует весьма неутешительный вывод, что, строго говоря, нам доступен ряд из 13(!) циклов активности Солнца, что недостаточно для серьезных исследований.

Перед началом очередного цикла солнечной активности (СА) начинается парад самых различных прогнозов его характеристик. В основном прогнозируются среднемесячное сглаженное относительное число солнечных пятен ( $W^*$ ) в максимуме и время наступления точки максимума. Так как эти прогнозы охватывают широкий диапазон значений, всегда находятся два - три прогнозиста, значения которых совпадают с действительностью, однако это больше похоже на угадывание, основанное на некоторых закономерностях развития солнечных циклов.

Циклы СА проявляются в регулярном, почти периодическом изменении числа пятен и связанных с ними активных образований. Полный физический цикл СА связан с динамикой магнитного поля Солнца, имеет продолжительность в среднем 22 года и состоит из двух 11-летних циклов. Первый из них имеет четный номер и обычно имеет меньшую амплитуду. Средний период циклических изменений составляет 10.81 лет, хотя просматривается тенденция его уменьшения, и в последние семь циклов его продолжительность составила 10.44 года. В таблице 1 даются характеристики всех солнечных "пронумерованных" циклов.

Табл. 1

## ЦИКЛЫ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ с №1 по № 23

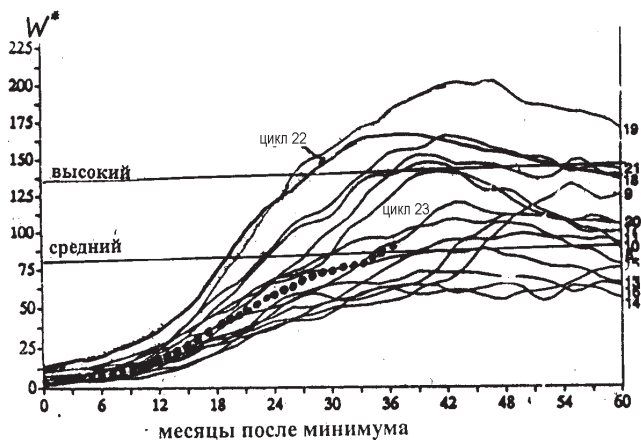
номер цикла	Год, месяц начала цикла	максимум цикла, год, месяц	минимум цикла, год, месяц	W*макс.	Длительность цикла, годы	Ветвь роста, годы	Ветвь спада, годы
1	1755 III	1761 VI	1766 V	86.5	11.25	6.25	5.0
2	1766 VI	1769 IX	1775 V	115.8	9.0	3.25	5.75
3	1755 VI	1778 V	1784 VIII	158.5	9.25	2.92	6.33
4	1784 IX	1788 II	1798 IV	141.2	13.67	3.42	10.25
5	1798 V	1805 II	1810 VII	49.2	12.25	6.75	5.5
6	1810 VIII	1816 IV	1823 IV	48.7	12.75	5.67	7.08
7	1823 V	1829 XI	1833 X	71.7	10.50	6.50	4.0
8	1833 IX	1837 III	1843 VI	146.9	9.67	3.33	6.33
9	1843 VII	1848 II	1855 XI	131.6	12.42	4.58	7.83
10	1855 XII	1860 II	1867 II	97.9	11.25	4.17	7.08
11	1867 III	1870 VIII	1878 XI	140.5	11.75	3.42	8.33
12	1878 XII	1883 XII	1890 II	74.6	11.25	5.0	6.25
13	1890 III	1894 I	1901 XII	87.9	11.83	3.83	8.00
14	1902 I	1906 II	1913 VII	64.2	11.58	4.08	7.50
15	1913 VIII	1917 VIII	1923 VII	105.4	10.0	4.0	6.0
16	1923 VIII	1928 IV	1933 VIII	78.1	10.08	4.67	5.42
17	1933 IX	1937 IV	1944 I	119.2	10.42	3.58	6.83
18	1944 II	1947 V	1954 III	151.8	10.17	3.25	6.92
19	1954 IV	1958 III	1964 IX	201.3	10.50	3.92	6.58
20	1964 X	1968 XI	1976 V	110.6	11.67	4.08	7.58
21	1976 VI	1979 XII	1986 VIII	164.5	10.25	3.50	6.75
22	1986 IX	1989 VII	1996 V	158.11	9.75	2.92	6.83
23	1996 VI	1999 XI	2006	100±10			
<b>среднее 10-22</b>				<b>119.55</b>	<b>10.81</b>	<b>3.88</b>	<b>6.92</b>

W\* - сглаженное за 13 месяцев относительное число солнечных пятен.

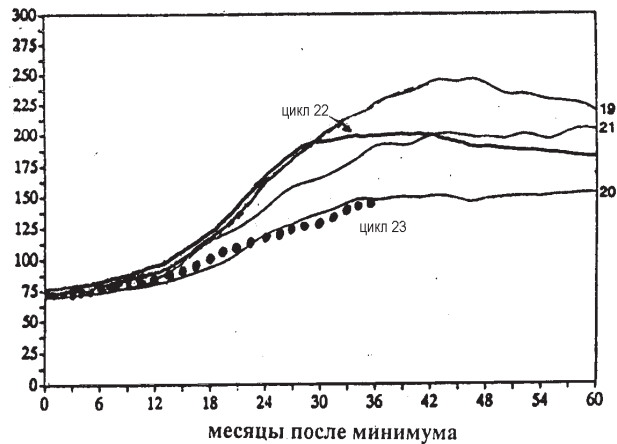
Хорошим примером невозможности, на данном этапе развития солнечной физики, раннего прогнозирования характеристик даже очередного солнечного цикла является прошедший 22-й цикл СА (1986-1996). Особенности этого 22-го цикла активности сделали его уникальным среди изученных солнечных циклов. Ход развития этого цикла опроверг, казалось бы, несомненные законы развития солнечного цикла.

Учитывая, что прошедший цикл был четным, а значит первой половиной физического (22-летнего) цикла СА, напомним кратко его основные характеристики:

- самый большой по числу Вольфа (среди четных циклов) -  $W = 158.1$ ;
- самый короткий по длительности - **9.75** года
- наименьшая по длительности ветвь роста - **2.92** г.;
- двухвершинный максимум активности: второй максимум отмечен в январе-феврале 1991 года ( $W^*=147.6$ ) и совпадает с максимумом числа всплывающих потоков и вспышечной активности;



$F^*10.7 \text{ cm}$



- беспрецедентное количество больших вспыхечных групп пятен на широтах  $>25$  град. в обоих полушариях и большинство самых мощных вспышек произошли именно в этих группах пятен;
- необычно короткий период переполосовки общего магнитного поля Солнца на широтах образования активных областей - **0.5 года (июль - декабрь 1990 года)** - в трех других солнечных циклах, когда были возможны такие наблюдения, переполосовка занимала период не менее года;
- все большие события произошли в фазе максимума (обычно самые мощные вспышки избегают фазу максимума и происходят на фазах роста и, особенно, спада);



- на фазе спада за 3.5 года не произошло **ни одной** большой вспышки - в других солнечных циклах самые мощные солнечные вспышки происходили именно на фазе спада.

С мая 1996 года солнечная активность начала свой новый 23-й цикл, начиная с традиционно установленного начала отсчета солнечных циклов по минимальному значению  $W^*$ . Учитывая, что текущий цикл является нечетным, вторым в последовательности полного физического цикла SA, можно было ожидать, что он будет выше по числу Вольфа предыдущего 22-го цикла (закон Гневышева - Оля). И многие прогнозисты давали именно такой прогноз 23-го солнечного цикла. Но, как и в предыдущих случаях, спектр опубликованных прогнозов высоты 23-го цикла ( $W^*_{max}$ ) охватывает диапазон  $40 \leq W^* \leq 220$ .

Прошедший период развития текущего цикла позволяет провести сравнительный анализ хода его эволюции с развитием более ранних циклов. На рис.2 приведены кривые роста всех циклов SA, начиная с 9, в сглаженных ежемесячных числах Вольфа ( $W^*$ ) и потоке радиоизлучения Солнца на волне 10.7 см. Вне всякого сомнения кривая роста текущего цикла ложится в значения средних по величине циклов SA.

Рассмотрим основные характеристики текущего цикла SA после 41 месяца его развития:

- Формальное начало текущего 23-го цикла SA - май 1996 года.  $W^*_{min} = 8.1$ .
- Первая группа 23-го цикла появилась непосредственно в точке минимума, что явилось полной неожиданностью для исследователей, так как во всех изученных циклах первые группы пятен нового цикла появлялись не менее чем за полтора года до точки минимума. После декабря 1997 года структуры нового цикла уже полностью доминируют:
- Начало фазы роста – сентябрь 1997 года ( $W = 51.3$ ,  $F_{10.7} = 96.2$ ), когда на видимом диске Солнца появились первые две большие группы солнечных пятен с площадями  $> 500$  м.д.п. С этими группами пятен связан и первый всплеск вспышечной активности.
- Значительное отставание по общему количеству активных областей текущего цикла, появившихся на видимом диске Солнца за соответствующий период (41 месяц) для трех последних циклов, и значительный избыток количества корональных дыр (таб. 2).

<b>Структура</b>	21 цикл	22 цикл	23 цикл
Активные области	<b>1364</b>	<b>1172</b>	<b>754</b>
Корональные дыры	$>120$	<b>115</b>	<b>220</b>

Возможно, впервые появился намек на тенденцию, что в солнечных циклах с “дефицитом” активных областей – “избыток” корональных дыр.

- Сами группы пятен в среднем меньше по размерам, менее сложные, с более медленным темпом развития и большим временем жизни. Это характерные признаки стабильных (не вспышечных) активных областей, которые могут указывать на более слабую циркуляцию в солнечной конвективной зоне в текущем цикле по сравнению с несколькими

предыдущими. Количество высокоширотных ( $\geq 30^\circ$ ) групп пятен близко к “нормальному”, наблюдаемому во всех изученных циклах СА, и значительно уступает циклам 22 и 19.

- Следствием дефицита вспышечных активных областей явилось и значительное отставание текущего цикла СА по общему количеству оптических вспышек, рентгеновских всплесков, в том числе и больших, протонных событий и вспышек, вызвавших наземные возрастания протонов самых больших энергий, отмечаемых на нейтронных мониторах.
- Снижение вспышечной активности привело к значительному росту количества дней со спокойными геомагнитными условиями. В то же время количество очень больших магнитных бурь ( $A_p \geq 100$ ) остается на уровне высоких солнечных циклов, что согласуется с правилом осуществления самых больших вспышечных событий на фазах роста и спада солнечных циклов.

Наиболее мощные солнечные вспышки текущего цикла произошли в ноябре 1997 г. (в том числе протонные и единственная вспышка с наземными возрастанием на нейтронных мониторах).

Большая гелиосферная буря конца апреля - начала мая 1998 г. была вызвана вспышечными событиями в двух группах пятен южного полушария Солнца, разнесенных по широте.

До конца 1998 г. отмечены еще два периода больших солнечных вспышек: в августе (4 вспышки балла X) и в конце ноября (5 вспышек балла X). Такое довольно бурное, но типичное развитие фазы роста активности цикла позволяло надеяться на достаточно активное поведение Солнца и в фазе максимума. Однако с конца ноября 1998 г. и до 2 августа 1999 г. (X1.3) ни одной рентгеновской вспышки балла X на Солнце не произошло.

Из сказанного выше следует, что текущий цикл развивается по сценарию, типичному для нормальных циклов СА. По этому сценарию наиболее значимые события происходят на фазе роста и, особенно, на фазе спада цикла. События на фазе роста мы рассмотрели выше. Значит, наиболее вероятно осуществление мощных солнечных вспышек, начиная со второй половины 2001 и до 2004 года. В этот же период наиболее вероятно осуществление нескольких очень больших магнитных бурь.

Как следует из рис. 2, трудно представить себе, что текущий 23-й цикл СА может выйти за пределы зоны кривых развития солнечных циклов средней величины. Исходя из динамики и особенностей развития, рассмотренных выше, можно предположить, что текущий 23-й цикл СА достигнет максимума развития в **октябре-декабре 1999 г.** и значение  $W^*$  будет равно  **$100 \pm 10$** .

Теперь посмотрим на официальные прогнозы 23-го цикла, которые определяют политику государств в области космических исследований. Таких прогнозов в настоящее время два: прогноз Центра состояния околоземного космического пространства при Национальном управлении по исследованию океана и атмосферы США, и прогнозы Европейского центра солнечных данных в Брюсселе. На октябрь 1999 года по американскому прогнозу точка максимума 23-го цикла СА приходится на **апрель - май 2000 г.** и  $W^* = 160 \pm 30$ . Первый прогноз Европейского центра (по методу Вальдмайера) выводит

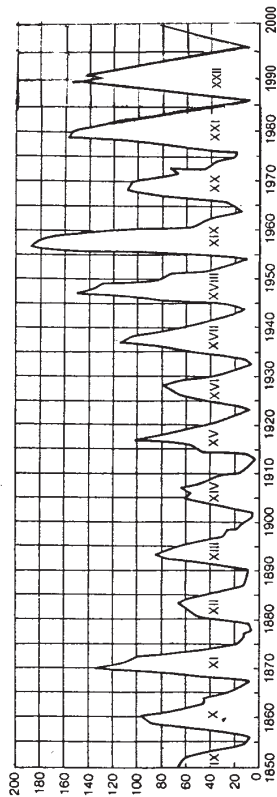
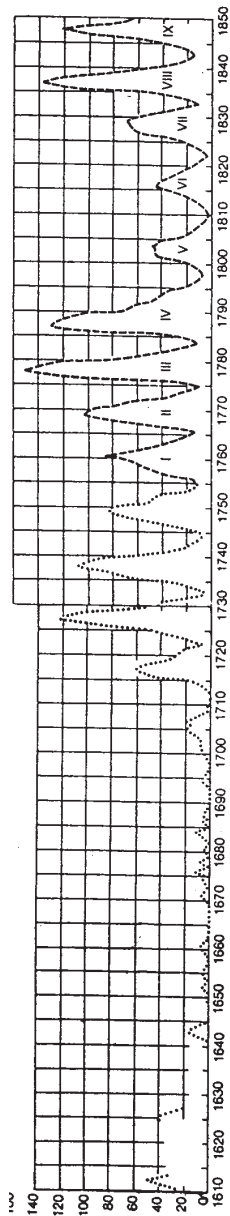


График изменения чисел  
Вольфа с 1610 по 2000 год.

точку максимума текущего цикла на **декабрь 1999 г.** и  $W^* = 116 \pm 20$ , второй (по методу Дебюнера) - на **апрель - май 2000 г.** и  $W^* = 137 \pm 30$ .  
Надо сказать, что все рассматриваемые здесь прогнозы постоянно изменяются в начале каждого месяца, когда вычисляется наблюдательное относительное число пятен за прошедший месяц и, соответственно, сглаженное  $W^*$  за минус 6-й месяц от прошедшего.

## КОГДА НАСТУПИТ XXI ВЕК?

*Н. С. Комаров*

XXI век наступит 1 января 2001 года, так как век содержит 100 лет и счет годов начинается с первого года, а не с нулевого, то есть нумерация годов начинается с единицы, а не с нуля. Есть первый век нашей эры и первый век до нашей эры, но нет нулевого века! Следовательно, первый век закончился 100 годом, а двадцатый век должен закончиться 2000 годом. В противном случае в XX веке будет 99 лет, а не сто.

Вообще установление эры, то есть начала летоисчисления, в любом календаре очень условно и оно устанавливается в результате упоминания о тех или иных событиях (рождения Христа, сотворения Мира, сотворения Рима, начала олимпийских игр и.д. и т.п.). Такие события упоминаются в туманных древних записях и, как правило, в неизвестной системе календаря и поэтому точную дату в современном летоисчислении установить довольно-таки трудно. Здесь на помощь историкам пришли астрономы, которые использовали солнечные и лунные затмения (в основном солнечные) для уточнения дат тех или иных исторических событий и систем древних летоисчислений. Отметим, что вычисления обстоятельств полного солнечного затмения 20 марта 71 г. нашей эры помогло разобраться в запутанном римском счете времени и установить по принятому в настоящее время счете времени дату введения в Древнем Риме Юлианского календаря (1 января 45 г. до н.э.), а по ней установить и эру от "основания Рима" - 21 апреля 753 г. до н.э.

Календарь - это та или иная система измерения длительных промежутков времени для установления дат природных и исторических событий. В настоящее время насчитывается около 40 разных календарей! В Египте действуют три календаря! Для большинства из них 2000 год является вполне рядовым годом (даже по старославянскому-византийскому календарю, эра которого принята со дня сотворения Мира).

Сутки, месяц, год - это основные периодические явления, которые наблюдались с древнейших времен и легли в основу любого календаря. Есть три системы календарей, целью которых является соотнести эти периодичности. Даже при одном календаре (системе летоисчисления) эры, то есть начала летоисчисления, могут быть разными.

В солнечных календарях соотносят сутки и год. Этот календарь описывает изменения смены поры года, но не совпадает с фазами Луны. В солнечных календарях, одним из которых мы пользуемся в настоящее время, все сезонные изменения приходится приблизительно на одни и те же месяцы (зима-весна-лето-осень), а праздники приходится на одни числа. В лунных календарях соотносят длительность месяца (полный цикл изменения фаз Луны) и суток. В этом календаре фазы Луны всегда попадают на одни и те же даты месяца, но не на сезонные изменения. В лунно-солнечных календарях пытаются соотнести все три периодичности.

Продолжительность года и месяца не являются кратными суткам и составляют: год-365,24219 суток, месяц-29,53059 суток. Это и привело к наличию такого множества календарей.

Первые календари появились в Древнем Вавилоне (12 тысяч лет назад!), когда значительная часть Европы была необитаема. Затем эти календари были развиты в Древнем Египте. Они появились из практической потребности предсказания катастрофических природных явлений, связанных с разливами таких рек, как Нил, Тигр и Евфрат. Вавилонские жрецы разработали лунно-солнечный календарь. По этому календарю отсчет дней в году проводился в соответствии с изменениями фаз Луны и месяцы имели продолжительность 29 или 30 суток (сутки они делили на 24 часа). Чтобы согласовать этот календарь с изменениями времен года, через каждые 2 года с 12 месяцами вводили дополнительный 13-й месяц.

В России до 1918 г. использовался юлианский календарь (старый стиль), это один из вариантов солнечных календарей. Он был введен в 46 году до н.э. Юлием Цезарем (100-44 гг. до н.э.). В этом календаре простой год разбивается на 365 суток, а високосный - на 366 суток. К високосным годам относят года, номера которых делятся на четыре.

В послереволюционной России был введен григорианский календарь (новый стиль), которым в то время уже был признан всемирным сообществом. В настоящее время он является главным гражданским календарем христианского мира, кроме православной церкви, которая продолжает использовать юлианский календарь для установления дат религиозных праздников. Основным различием между юлианским и григорианским календарями состоит в том, что в григорианском календаре годы, номера которых делятся на 100 и не делятся на 400 считаются невисокосными. Новая эра (н.э.), введена в 525 г. римским монахом Дионисием Малым (скифом по происхождению).

Арабский календарь является полностью лунным. Согласно религиозным канонам арабы начинают новый месяц с начала видимости серпа Луны после новолуния. Для гражданского календаря используются таблицы. В этом календаре используют семидневную неделю (как и в солнечном календаре). Каждые сутки начинаются с заходом Солнца. Начало отсчета - пятница, 16 июля 622 г. по старому стилю. Этот день есть начало первого года Эры Хиджры. Все нечетные месяцы имеют 30 суток, а четные - 29. Итак, в простом году 354 суток, в високосном - 355. Система високосных годов основана на 30-летнем цикле, в котором на каждые 30 лет 2,5,7,10,13,16,18,21,24,26,29-е года являются високосными. Такой календарь очень хорошо следует за фазами Луны, однако совсем не учитывает смену времен года.

Гражданский индийский календарь начинает свой отсчет от эры Сака. Эпоха - 15 марта 78 г. н.э. Индийский календарь много перенял из григорианского календаря. Например, система високосных годов является такой же. Месяцы индийского календаря могут иметь 30 или 31 день. Все короткие месяцы приходятся на начало года. Используется семидневная неделя. Начало суток совпадает с ее началом по григорианскому календарю.

дарю. Сейчас в Индии действует новая эра и первый ее день соответствует 22 марта 1957 г.

Китайский календарь является лунно-солнечным и опирается на точные вычисления положений Луны и Солнца. Официальный календарь в Китае - григорианский, а китайский используется лишь для датирования праздников, сельскохозяйственной деятельности. Китайский календарь не имеет начальной эпохи. Все года разделяются на 60-летние циклы. Каждый год имеет свое название. Первый год нового цикла начался 2 февраля 1984 г. Начало суток - полночь. Первыми сутками календарного месяца являются сутки, на которые приходится новая Луна.

Еврейский календарь в настоящем виде является лунно-солнечным. В нем используется семидневная неделя. Летоисчисление начинается от Сотворения Мира, который относят к моменту 23 часа 11 минут 20 секунд 06 октября 3761 г. до н.э. Год состоит из 12 или 13 месяцев.

В последние годы вопрос о “рождениях” нашей эры получил широкое распространение. И это прежде всего связано с тем, что новая эра отсчитывается от Рождества Христова. Но дата рождения точно не установлена и в разных исследованиях называются разные даты. Если принять за дату “Рождества Христова” 25 декабря 1 года до нашей эры, то это “случилось” всего за неделю до начала отсчета годов нашей эры. Если пренебречь этой разницей, то один год ему был, когда начался второй год нашей эры, а сотый год от “Рождества Христова” закончился (юбилей!), когда наступил 101-й год. Но давно было установлено, что евангельский рассказ о начале жизни Христа не совпадает с историческими данными: царь Ирод, который отдал приказ об избииении младенцев, испугавшись сообщения о том, что родился новый царь иудейский, умер в 4 г. до н.э., то есть Христос родился за четыре года до н.э. Христос воспринимается всем христианским миром как мессия и поэтому дата рождения не представляется важной.

**Итак, встретим третье тысячелетие в полночь с 31 декабря 2000 года на 1 января 2001 года.**

## ОПАСНОСТЬ СТОЛКНОВЕНИЯ АСТЕРОИДОВ С ЗЕМЛЕЙ

*Н. И. Кошкин*

Поскольку некоторые астероиды пересекают земную орбиту, существует опасность их столкновения с Землей. В прошлом Земля неоднократно сталкивалась с астероидами и последствия таких столкновений впечатляющие: одно такое сильное столкновение, произошедшее 65 млн. лет назад, могло привести к массовому вымиранию животных - динозавров. При более слабых столкновениях, случающихся раз в столетие, выделяется энергия, эквивалентная энергии при взрыве ядерной бомбы.

Предполагается, что существует около 1000 астероидов каждый диаметром не менее 15 км, которые могут столкнуться с Землей. На сегодняшний день их выявлено всего 50. Столкновение с одним астероидом таких размеров приведет к выделению энергии, эквивалентной взрыву атомной бомбы в 100000 мегатонн. Эта катастрофа приведет к уничтожению половины человечества, резкому нарушению климата. Из-за большого количества пыли, которое поднимется в верхние слои атмосферы, наступит охлаждение атмосферы и как следствие его - настанет новый ледниковый период. Вероятность такой катастрофы в будущем веке 1 : 5000.

Так как астероиды вращаются вокруг Солнца так же, как и планеты, а орбиты их сильно вытянуты, то они могут приближаться к Земле, Марсу и даже Меркурию. Так, астероид Гермес в октябре 1937 года прошел от Земли на расстоянии 580000 км, астероид Икар достигает орбиты Меркурия и каждые 19 лет сближается с Землей. Последний раз это произошло в июне 1987 года, когда сближение было на расстоянии нескольких млн. км. В марте 1989 года астероид размером в 300 м прошел от Земли на расстоянии 650 тыс. км. 17 января 1991 года был обнаружен астероид 1991 VA как раз за час до того, как он прошел на расстоянии 0,0011 а.е. - это меньше половины расстояния от Земли до Луны (170 тыс. км).

Если обратиться к далекой истории возникновения Солнечной системы, то все ближайшие к Солнцу планеты подвергались интенсивной бомбардировке. В результате столкновения метеоритов с Землей образуются кратеры или, как их теперь называют, астроблемы (что в переводе с греческого означает "космическая рана"). На поверхности Земли методами аэрофотосъемки уже обнаружено около 130 астроблем.

На Украине известно семь астроблем. На рис. 1, взятом из работы А. Вальтера (Ин-т прикл. физики, Сумы), показано их расположение.

Следы таких столкновений заметны на Луне, Марсе, Венере и Меркурии. Большие планеты, такие как Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун, следов столкновений не сохранили, потому что не имеют твердой поверхности. Зато следы столкновений заметны на поверхности спутников этих планет. Космические катастрофы в истории Вселенной - частое явление. Итак, под действием планетных гравитационных возмущений астероиды сталкиваются и образуют метеорные тела. Источником метеорных тел

могут быть и распавшиеся ядра комет. Последствия столкновений метеорных тел с Землей не столь катастрофичны. Только отдельные крупные тела при своем движении в атмосфере не успевают испариться и достигают поверхности Земли. Этот остаток метеорного тела называют метеоритом.

Самый большой метеоритный кратер в США в штате Аризона. Его диаметр 1200 м. Масса метеорита была 200 тыс. тонн! Свидетели падения метеорита в штате Аризона неизвестны. А вот падение метеорита 30 июня 1908 года в районе сибирской реки Тунгуски было замечено многими. Еще бы, ведь в результате его падения произошел повал леса на площади в 2000 кв. км, а ударная волна обошла весь земной шар. Ученые полагают, что Тунгусский метеорит был кометой, ядро которой состояло из водяного льда, и потому больших крупных остатков от него не осталось. Попадание даже таких, мелких по сравнению с астероидами, тел в густонаселенные районы может привести к катастрофическим последствиям. Вот почему астероиды и метеорные тела группы Аполлона представляют для нас не только академический интерес.

Учитывая все вышесказанное, ученые предлагают создание службы "Защита космоса". По их оценкам эта служба могла бы через 25 лет обнаружить приблизительно 95% потенциала опасных астероидов. С созданием ее риск столкновения Земли с крупным космическим телом уменьшится в 100 раз. Служба смогла бы за несколько десятилетий предупредить о грядущей катастрофе.

Как же можно реально предотвратить столкновение астероида с Землей? Наиболее эффективный способ изменить, отклонить движение астероида за счет массивной серии дистанционных ядерных взрывов. Так, например, астероид 1991 ВА можно сместить с траектории, угрожающей Земле, с помощью взрывов нескольких зарядов суммарной мощностью в 60 мегатонн. Но при этом остается угроза падения части осколков на Землю, да еще и зараженных радиацией! Более приемлемы проекты космических буксиров, которые переведут малые планеты на безопасные орбиты. Сотрудничество ученых различных стран позволит сосредоточить значительную часть сил и средств на развитии системы космической безопасности.



- 1 - Зелений Гай
- 2 - Ротмистровка
- 3 - Белиловка
- 4 - Ильинцы
- 5 - Терны
- 6 - Оболонь
- 7 - Болтышка



## КОСМИЧЕСКИЕ МИССИИ XXI ВЕКА

*М. И. Рябов*

*В этом очерке сообщаются сведения о космических аппаратах, запущенных в XX веке и продолжающих свой полет в XXI век.*

### МЕЖЗВЕЗДНЫЙ ПОЛЕТ ПИОНЕРОВ И ВОЯДЖЕРОВ

Самый длительный космический полет совершают космические аппараты **“ПИОНЕР-10”**, **“ПИОНЕР-11”**, **“ВОЯДЖЕР-1”** и **“ВОЯДЖЕР-2”**.

#### “ПИОНЕР-10”

Первый космический аппарат преодолевший пояс астероидов.

Пролетел мимо ЮПИТЕРА в 1973 году.

В декабре 1997 года находилась от Солнца на расстоянии 74 а.е.

Двигается со скоростью 12.24 км/сек в направлении звезды АЛЬДЕБРАН, которая находится на расстоянии 68 световых лет. Окрестностей звезды достигнет через 2 млн.лет.

#### “ПИОНЕР-11”

Пролетел мимо ЮПИТЕРА в 1974 году. В октябре 1979 года был вблизи САТУРНА. Закончил сеанс активной работы в ноябре 1995 года.

Связь с космическим аппаратом прекращена. Двигается в направлении границ созвездий Стрельца и Водолея. К ближайшим звездам долетит через 4 млн.лет.

#### “ВОЯДЖЕР-1”

Запущен 5 сентября 1977 года. Пролетел мимо ЮПИТЕРА в марте 1979 года. Пролетел мимо САТУРНА в ноябре 1980 года.

Уходит из солнечной системы со скоростью 3.5 а.е. в год.

#### “ВОЯДЖЕР-2”

Запущен 20 августа 1977 года. Пролетел мимо ЮПИТЕРА в июле 1979 года. Пролетел мимо САТУРНА в августе 1981 года.

В январе 1986 года передал на Землю изображение УРАНА .его спутников и колец. В августе 1989 года, завершая свою миссию по исследованию самых дальних планет, передал на Землю изображения НЕПТУНА и его спутников. Уходит из солнечной системы со скоростью 3.1 а.е. в год.

Оба космических аппарата проведут три фазы операции исследования внешних областей солнечной системы и межзвездной среды.

Первая фаза - выход за пределы солнечной системы. Это произойдет на расстоянии 80 а.е.

Вторая фаза - полет в переходной области на границе солнечной системы и межзвездного пространства.

Третья фаза - выход в межзвездное пространство.

Энергетические возможности позволят управлять ориентацией до 2010-2011 года. Последний сеанс связи по передаче научной информации в 2020 году.

## ПОЛЕТ К САТУРНУ

Космическая станция **“КАССИНИ”** стартовала 15 октября 1997 года.

Цель полета исследование САТУРНА и его спутников. На борту станции находится спускаемый аппарат **“ГЮЙГЕНС”** предназначенный для посадки на поверхность ТИТАНА - спутника САТУРНА.

К Сатурну космический аппарат придет 1 июля 2004 года.

### КОСМИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА **“НОВОЕ ТЫСЯЧЕЛЕНИЕ”**

По этой программе планируется запуск 5 космических аппаратов.

Первый корабль серии **“ДИП СПЕЙС -1”** стартовал 24 октября 1998 года.

Предназначен для исследования астероидов и комет.

В декабре 2001 года планируется полет зонда около кометы Борелли.

### КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ **“СТАРДАСТ”**

Стартовал 7 февраля 1999 года. Направляется на встречу с кометой ВИЛЬДА-2, которая планируется 2 января 2004 года.

Планируется пролет на расстоянии 150 км от ядра кометы. При этом будет осуществлен захват пробы пыли из хвоста кометы и возврат капсулы с кометной пылью на Землю 15 января 2006 года.

### КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ **“NEAR”**

Запущен 17 февраля 1996 года. 10 января планировалась встреча с астероидом ЭРОС и последующий переход на орбиту вокруг него.

23 декабря 1998 года станция пролетела мимо астероида на расстоянии 4100 км от астероида и сделала 1100 снимков. Переход на орбиту вокруг астероида не удался.

Повторная попытка исследования астероида повторится в феврале 2000 года.

### КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ **“НОДЗОМИ” ( “НАДЕЖДА”)**

Запущен Японией 3 июля 1998 года. Япония стала третьей страной после СССР и США, запустившей космический аппарат к МАРСУ. Предназначен для исследования атмосферы МАРСА и съемки его поверхности.

Совершая гравитационный маневр у Земли, станция не смогла перейти на марсианскую орбиту. В настоящее время станция движется по гелиоцентрической орбите между Землей и Марсом.

Повторная попытка выхода на марсианскую орбиту состоится в 2004 г.

### КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ **“ ГАЛИЛЕО”**

Запущен 19 октября 1989 года с целью исследования Юпитера и его спутников. Прибыл к Юпитеру в декабре 1995 года.

### КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ **“УЛИСС”**

Запущен 7 октября 1990 года и был направлен на полярную солнечную орбиту. Пролетел вблизи Юпитера в феврале 1992 года, где совершил маневр и полетел по солнечной полярной орбите, пролетел над южным полюсом в 1994 году, над северным полюсом в 1995 году.

В конце декабря 2000 - январе 2001 года пролетит над южным полюсом Солнца, а в сентябре-декабре 2001 года – над северным полюсом.

## ЮСТИРОВКА ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДВУХЗЕРКАЛЬНОГО ТЕЛЕСКОПА

*Н. Н. Фащевский*

Как нам представляется, самой подходящей оптической системой телескопа астронома-любителя является схема Ньютона, состоящая из вогнутого главного зеркала и плоского вторичного зеркала, выводящего фокус вбок. Качество изображения, зависящее от остаточных ошибок формы зеркал и деюстировки, наилучшее именно в этой схеме.

Двухзеркальная система кассегреновской модификации (собственно Кассегрен, Ричи-Кретьен, Даль-Кирхам и др.) несколько уступает схеме Ньютона в качестве изображения из-за влияния вторичного зеркала, но удобнее в том отношении, что для больших увеличений не требуется столь сильный окуляр, труба телескопа короче и фокус сзади. Кроме того, поле зрения в Ричи-Кретьене значительно больше.

В настоящее время прослеживается мода именно на двухзеркальные любительские телескопы, возможно в связи с появлением доступных по цене ПЗС-светоприемников, которые хорошо согласуются с Ричи-Кретьеновской схемой.

В общем случае, двухзеркальная система весьма сложна в юстировке. Необходима взаимная выверка зеркал не менее, чем по пяти степеням свободы. Однако нами приняты меры, упрощающие эту процедуру. И в стране, и за рубежом работает довольно много зеркал нашего изготовления. Телескопы, содержащие зеркала, изготовленные на Одесской обсерватории как для профессионалов, так и для любителей, юстируются просто и быстро.

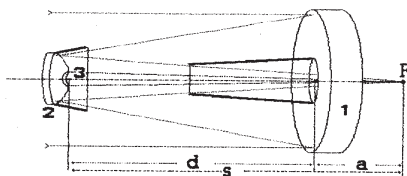


Рис. 1.

Телескоп кассегреновской модификации (рис. 1) содержит два асферических зеркала: главное (1) и вторичное (2). Расчетное расстояние между ними —  $d$ ; последний отрезок  $S = d + a$ , здесь  $a$  — вынос фокуса. В центре вторичного зеркала, в его нерабочей зоне, мы выполняем специальную сферическую лунку 3, радиус кривизны которой численно равен  $S$ , а центр кривизны расположен на главной оптической оси зеркала. Сферическая лунка является юстировочной поверхностью. Ее назначение — упростить процесс оптической юстировки телескопа, а также сделать точнее юстировку автоколлимационных контрольных схем, в которых происходит аттестация асферических поверхностей зеркал в процессе их изготовления.

Оптическая юстировка телескопа заключается в пространственном совмещении главных оптических осей обоих зеркал и в установке расчетного расстояния между зеркалами. При неправильном совмещении осей в центре поля зрения наблюдаются кома и астигматизм, а при неправильном расстоянии — сферическая aberrация. При идеальной же юстировке телескопа дифракционная картина звезд в центре поля зрения может нарушаться только атмосферной турбуленцией, остаточными погрешностями формы зеркал, а также их механическими деформациями.

Если вторичное зеркало не снабжено юстировочной поверхностью, юстировка телескопа контролируется концентричностью изображений во вторичном зеркале. Надежность этого метода совершенно недостаточна. Использование специальной юстировочной лунки резко повышает точность юстировки и упрощает ее процедуру, которая, в данном случае, производится в два этапа.

Этап 1 — дневной. Вначале следует правильно выставить  $d$  — паспортное расстояние между главным и вторичным зеркалом. Допустимая погрешность — несколько миллиметров. Результатом окажется, что эквивалентный фокус  $F$  будет удален от полюса главного зеркала на близкое к паспортному значению величины выноса фокуса ( $a$ ). Можно просто навести телескоп на Солнце (на короткое время, — зеркала не лопнут, они отражают почти весь свет) и проверить по его изображению на экране, находится ли фокус в нужном месте. Далее, плоскость торца окулярной трубки телескопа нужно совместить с фокусом  $F$ , удалив ее на величину  $a$  от зеркала 1.

На торце окулярной трубки, в том месте, где будет крепиться окуляр, с помощью, например, пластилина нужно организовать перекрестие из тонких черных нитей (рисунки 2 и 3). Пересечение нитей следует с максимальной точностью (на глаз) совместить с центром торца. Оно также с максимальной доступной точностью должно совпасть с точкой  $F$ , т. е. должно располагаться на расстоянии  $a$  от главного зеркала. Ошибка в несколько миллиметров большой роли не играет, но лучше установить точнее.

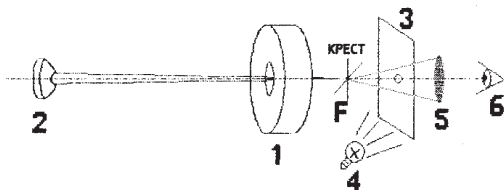


Рис. 2.

По идее, через эквивалентный фокус телескопа — точку  $F$ , проходит главная оптическая ось правильно съюстированного телескопа в целом, следовательно, и главная оптическая ось вторичного зеркала 2. На дан-

ном этапе точка **F** материализована перекрестием нитей. Совмещая центр кривизны юстировочной поверхности с точкой **F** (с перекрестием), мы находим штатное положение вторичного зеркала. Сделать это можно благодаря тому, что центр кривизны является автоколлимационной точкой юстировочной поверхности, т. е. световые лучи, исходящие из этой точки, в нее же и возвращаются. В начале данного этапа юстировки зеркало 2 было наклонено случайным образом к оси телескопа. Перекрестие есть одна из точек этой оси. Следовательно, нужно автоколлимационную точку юстировочной поверхности совместить с перекрестием.

На рисунке 2 изображена юстировочная схема. Здесь 1 и 2 — соответствующие зеркала, 3 — лист белого картона с отверстием 2-5 мм. Лист ярко освещается лампой 4, или Солнцем. За листом, вплотную к нему можно установить несильную линзу 5. Дальше — глаз наблюдателя. Передний конец трубы телескопа должен быть прикрыт (для уменьшения рассеянного света). Наблюдаем вторичное зеркало 2 сквозь отверстие 3 в листе и сквозь отверстие в главном зеркале 1. На фоне вторичного зеркала 2 видна проекция креста нитей.

Рисунок 3 показывает то, что мы должны увидеть. Здесь 1 — контур окулярного торца; 2 — внешний контур вторичного зеркала; 3 — контур юстировочной лунки; 4 — крест нитей, прикрепленный пластилином к торцу; 5 — изображение креста нитей, даваемое юстировочной лункой.

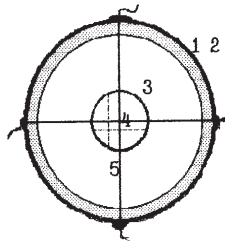


Рис. 3.

Если вначале на фоне лунки 3 изображения креста не видать, а все отражения неконцентричны, то необходимо так изменить наклон вторичного зеркала, чтобы улучшить concentricity отражений. При этом появится изображение перекрестия. Юстировочными винтами вторичного зеркала уточняем его ориентацию с тем, чтобы крест и его изображение хорошо совпали друг с другом. Фиксируем положение вторичного зеркала, тем самым обеспечивая с хорошей точностью прохождения главной оптической оси вторичного зеркала через центр окулярного торца, т.е. через центр поля зрения окуляра. Данный этап юстировки можно проводить в светлое или темное время суток.

Следующий этап юстировки проводится в ночное время, по наблюдению звезд. Крест нитей можно снять, установить не очень сильный оку-

ляр, желательно с собственным крестом нитей. На данном этапе вторичное зеркало уже установлено строго, а главное зеркало еще имеет случайную ориентацию. В общем случае, в центре поля зрения окуляра яркая звезда будет иметь типичную для децентрированной комы форму — ядро звезды с хвостом. Сильно расфокусированное изображение звезды имеет вид неконцентричного бублика (рисунок 4.1).

Изменяя наклон главного зеркала с помощью соответствующих юстировочных приспособлений, добиваемся концентричности “бублика” (рис. 4.2) в центре поля зрения окуляра (на его краю будут мешать аберрации). Юстировать надо так, чтобы движение звезды в поле окуляра из-за изменения наклона главного зеркала происходило в сторону утолщения “бублика”. Доведя звезду до края поля, нужно трубой телескопа привести ее снова в центр. В конечном счете “бублик”, т. е. внефокальное (в ту или другую сторону) изображение звезды станет достаточно — на глаз — концентричным. Сфокусированная звезда приобретет при этом нормальный вид — дифракцию, размазанную турбуленцией.

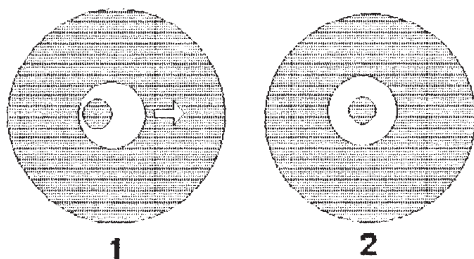


Рис. 4.

Далее, продольным перемещением вторичного зеркала с помощью фокусирующего устройства следует, если нужно, уточнить вынос фокуса — величину  $a$ . Критерием служит предфокальная и зафокальная картинка изображения звезды. В обоих случаях относительная толщина “бублика” должна быть примерно одинаковой. Если же в одном положении светлое кольцо будет узким и резким, а в другом — широким и размытым (в центре поле зрения окуляра) — значит необходимо продолжить фокусировку. Следует, возможно, снова натянуть крест нитей и повторить первый этап юстировки, а затем и второй, если вторичное зеркало перемещалось для фокусировки и его ориентировка сбилась из-за недостаточно совершенного фокусирующего приспособления телескопа.

Хотя, в принципе, двух этапов недостаточно для строгой юстировки телескопа — не осуществлялась поперечная подвижка главного зеркала, а только его наклоны (или наоборот), на практике удастся получить вполне удовлетворительное, даже для профессионалов, качество юстировки.

## ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

В 2000 году астрономическая общественность будет отмечать три памятные даты. В этом году исполняется 120 лет со дня рождения академика А.Я.Орлова, 135 лет с начала чтения курсов по астрономии и открытия кафедры астрономии Новороссийского университета и 150 лет со дня рождения первого астрофизика юга Российской империи родившегося и жившего на территории Украины профессора А.К.Кононовича. Этим датам посвящены три ниже приведенных очерка.

### **АЛЕКСАНДР ЯКОВЛЕВИЧ ОРЛОВ** (к 120-летию со дня рождения)

*М.Ю.Волянская*

В этом году исполняется 120 лет со дня рождения А.Я.Орлова (1880-1954) - члена-корреспондента АН СССР (1927), действительного члена АН УССР (1939), заслуженного деятеля науки УССР (1951). А.Я.Орлов был самым авторитетным специалистом своего времени в области изучения колебаний широты и движения полюсов Земли, одним из основателей геодинамики - науки, изучающей Землю как сложную физическую систему, на которую воздействуют внешние силы. Родился А.Я.Орлов в городе Смоленске 6 апреля 1880 года. В 1902 году окончил Петербургский университет с дипломом 1 степени.

С Одессой связаны 22 года жизни А.Я.Орлова. Он был приглашен на должность директора Астрономической обсерватории Новороссийского университета в 1912 году. Молодой, но уже хорошо известный в научных кругах, прошедший стажировку в крупных научных центрах Европы (Париж, Лунд, Геттинген, 1905) и Америки (Йеркская обсерватория, 1911), Орлов к тому времени создал себе имя работами по исследованию хвостов комет и, особенно, приливных деформаций Земли, которые проводил, работая в Пулковской обсерватории и в Тарту.

Со вступлением на должность директора обсерватории и профессора-заведующего кафедрой астрономии университета начался новый этап деятельности А.Я.Орлова, в котором раскрылся его талант ученого и организатора. С этого момента деятельность А.Я.Орлова проходит на Украине, где он был директором четырех обсерваторий, две из которых он же и основал (Полтавскую гравиметрическую и Главную астрономическую АН УССР в Голосееве).

В 1913 году А.Я.Орлов провел в Одесской обсерватории большую реорганизационную работу, проявив при этом качества мудрого руководителя. Обсерватория, созданная героическими усилиями А.К.Кононовича при почти полном отсутствии средств, находилась в то время в тяжелом состоянии. Кононович тяжело болел в последние годы жизни (он умер в 1910 г.) и не мог уделять столько внимания делам обсерватории, как рань-

ше. Научные интересы Кононовича лежали в области астрофизики и работы обсерватории развивались в этом направлении.

Сознавая перспективность астрофизических исследований, А.Я.Орлов не стал ущемлять прежние направления работ, но, заинтересованный в развитии астрометрических исследований, добился расширения штата, пригласил на работу в обсерваторию известных впоследствии астрономов Н.М.Ляпина, М. В. Васнецова, оставил при кафедре закончивших университет Н.В.Циммермана, Д.В.Пяскового, а потом пригласил известного астронома-практика Б.В.Новопашенного. Кроме того, А.Я.Орлов организовал обработку больших рядов наблюдений, накопленных в обсерватории, в частности был обработан 18-летний ряд наблюдений солнечных пятен, причем “разработан особый способ вычислений, давший надежные результаты”. По этим наблюдениям были определены элементы солнечного экватора и изучено движение солнечных пятен по широте. Следует отметить, что А.Я.Орлова отличала тщательная подготовка при организации наблюдений и такая же тщательная и без задержек обработка наблюдений.

Большое внимание А.Я.Орлов уделил приведению в порядок инструментального парка обсерватории и особенно обновлению меридианного круга Репсольда - отличного астрометрического телескопа, который не использовался более 30 лет. К работам по обновлению был привлечен талантливый университетский механик Й.А.Тимченко, который исполнил их “с величайшим тщанием и изобретательностью”. В результате меридианный телескоп стал одним из лучших инструментов такого типа в стране.

А.Я.Орлову надо было благоустроить здание обсерватории и прилегающую территорию. На все нужны были средства. А.Я.Орлову удалось убедить в необходимости модернизации Одесской обсерватории чиновников Департамента науки, и некоторые скромные средства были получены и разумно использованы. Было перестроено здание обсерватории, получившее законченный архитектурный вид, сооружена художественная ограда вокруг обсерватории. На реконструкцию в Англию был отправлен рефрактор Кука.

Большая занятость как директора обсерватории и профессора университета не помешала А.Я.Орлову продолжать научную работу. В 1915 году он закончил капитальный труд и защитил докторскую диссертацию в Петрограде на тему “Результаты наблюдений за лунно-солнечными деформациями Земли”. Эта работа наполнена оригинальными и ценными рассуждениями о перспективах и способах исследований, в ней дан разработанный А.Я.Орловым новый универсальный способ гармонического анализа наблюдений. Свой метод он применил также для исследования рядов переменных звезд и в 1925 году вышла его известная статья на эту тему.

А.Я Орлов не был кабинетным ученым, он интересовался проблемами города, в котором жил и работал. В то время настоящей бедой для Одессы были оползни, приносявшие большой вред прибрежной части



города. А.Я.Орлов активно включился в работу комиссии по борьбе с оползнями. Уже в марте 1913 года он сделал доклад в Постоянной Центральной сейсмической комиссии "О борьбе с оползнями в Одессе". В рамках этой работы под руководством А.Я.Орлова были проведены нивелировочные измерения на побережье Одессы. И в дальнейшем А.Я.Орлов принимал деятельное участие в решении насущных практических задач.

Для обновления хозяйства, разрушенного в период мировой и гражданской войн, интервенции, в условиях международной изоляции необходимо было организовать астрономические издания, проводить необходимые астрономо-геодезические работы. А.Я.Орлов для Военно-морского Ведомства организует обновление геодезической сети от Днестра до Днепра, издает "Астрономический календарь" (1919) и "Морской астрономический ежегодник" (1921-1924), необходимый для восстанавливаемого на Черном море флота. Но его все больше интересовали глобальные проблемы, связанные с движением полюсов и приливными деформациями Земли. В 1922 и 1924 годах А.Я.Орлов осуществил в чрезвычайных условиях поездку в Томск и Иркутск и привез оттуда в Одессу гравиметрическое оборудование. В Одессе им был определен гравиметрический пункт, вошедший в международные каталоги; установлен фундаментальный репер.

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 показали, что даже в этом практически замкнутом водоеме существует приливная волна с амплитудой в  $33 \text{ мм} \pm 1 \text{ мм}$ . Таким образом колебания уровня моря достигают у берегов Одессы 6 см.

Это убедило А.Я.Орлова в нерациональности создания в Одессе континентальной земно-приливной станции, поскольку на маятники будет влиять реально существующий морской прилив. В связи с этим он выдвигает предложение о создании обсерватории в Полтаве, имея ввиду и вопросы практики - гравиметрическую съемку территории Украины. Полтавская обсерватория была основана в 1926 году, и программа А.Я.Орлова начала успешно исполняться. В этот период А.Я.Орлов становится директором одновременно двух обсерваторий - Одесской и Полтавской.

Наряду с интенсивной научной деятельностью А.Я.Орлов преподает в университете. Он издал "Лекции по сферической астрономии" и "Курс теоретической астрономии". Среди его учеников одесского периода можно назвать, например, Н.М.Стойко - в будущем руководителя Международного Бюро Времени; З.М.Аксентьеву - члена-корреспондента АН УССР, директора Полтавской обсерватории; И.И.Витковского - академика АН Польши и многих других .

В 1934 году А. Я. Орлов уехал из Одессы. В 1934-1951 годах он работал в Государственном астрономическом институте им.П.К.Штернберга и в Геодезическом институте в Москве, в 1939-1941 годах был также директором Карпатской обсерватории, а в 1944 году его назначили дирек-

тором Главной астрономической обсерватории АН УССР под Киевом, которую он возглавлял до 1948 года, а потом в 1950-1951 годах.

Скончался Александр Яковлевич Орлов в январе 1954 года. Результаты широтных исследований Орлова изложены в книге “Служба широты”, изданной в 1958 году, а в 1961 году были опубликованы “Избранные труды” в трех томах. Регулярно проводятся научные конференции, так называемые “Орловские чтения”(Киев,1980; Полтава,1986; Одесса,1992), на которых представители “школы Орлова” - его ученики и последователи обсуждают новые результаты научных исследований в области астрометрии и геодинамики.

## **К 135-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ АСТРОНОМИИ ОДЕССКОГО (НОВОРОССИЙСКОГО) УНИВЕРСИТЕТА**

*В. А. Позигун*

Кафедре астрономии Одесского госуниверситета исполняется 135 лет. Основана она была при открытии на базе Ришельевского лицея Императорского Новороссийского университета в 1865 году на физико-математическом факультете. Это логично и не случайно. Молодая Одесса являлась морским портовым городом, и вопросы кораблеводства и мореплавания занимали не последнее место в ее коммерческой жизни.

Еще до создания Новороссийского университета, в 1863 году, Общая Городская дума выделила земельный участок и деньги для строительства астрономической обсерватории в урочище Ланжерон. От Ришельевского лицея, основанного в 1817 г., Новороссийский университет получил 24 астрономических и топографических прибора, которые в дальнейшем составили основу астрономического кабинета кафедры астрономии и геодезии.

Возглавил кафедру выпускник Санкт-Петербургского университета, работавший до этого в Варшавской обсерватории и прошедший почти 3-годовалую стажировку по астрономии и небесной механике в Германии, профессор Л. Ф. Беркевич (1828-1897). Он читал курсы по сферической тригонометрии (сферическая астрономия) и космографии (общая астрономия). В дальнейшем он ввел курсы по практической и теоретической астрономии. Усилиями Л. Ф. Беркевича к преподаванию на кафедре был привлечен астроном-наблюдатель Е. Э. Блок, который с 1873 по 1885 гг. читал лекции по теории вероятностей и вел практические занятия по астрономии.

Астрономический кабинет располагался в главном здании университета на улице Дворянской (Петра Великого), 2 и не был приспособлен для проведения астрономических наблюдений. И, хотя научные интересы Л.Ф.Беркевича не нуждались в наблюдениях, очевидно, он прекрасно понимал, что без таких работ не может быть настоящего специалиста-астронома. Поэтому Л. Ф. Беркевич приложил много усилий для организации и строительства обсерватории. Нужны были деньги и для приобрете-

ния новых инструментов, и для штатной ставки астронома-наблюдателя, и для строительства. Городская дума уже из городского бюджета по ходатайству Л. Ф. Беркевича в 1870 г. добавила к ассигнованной правительством деньги “для постройки в Одессе учено-учебной обсерватории”. 3 августа 1871 г. построенная обсерватория была принята и открыта специальной комиссией Новороссийского университета. Л. Ф. Беркевич стал ее первым директором.

Л. Ф. Беркевич создал кафедру астрономии, основы специальности астрономии, заложил основы научных астрономических исследований, подготовил научные и преподавательские кадры, сделав 15 выпусков студентов, слушавших лекции по астрономии.

После выхода Л. Ф. Беркевича на пенсию по выслуге лет в 1881 г. кафедре астрономии возглавил его ученик, выпускник Новороссийского университета профессор А. К. Кононович (1850-1910), один из первых отечественных астрофизиков. После избрания А. К. Кононовича в 1886 г. ординарным профессором, он много времени уделяет не только преподавательской, но и административной работе. Неоднократно избирается деканом физико-математического факультета, исполняет обязанности ректора. А. К. Кононович много времени уделял студентам, которые интересовались астрономией, и старался оставить их при кафедре для подготовки к преподавательской и научной работе. При А. К. Кононовиче значительно расширилась и укреплялась инструментальная база обсерватории, что давало возможность подготовки астрономов высокого уровня.

С 1910 г. кафедрой астрономии временно заведовал профессор физики М. П. Кастерин. Но в 1912 г. заведующим кафедрой и директором обсерватории избирается выпускник Петербургского университета А.Я. Орлов (1880-1954), позднее член-корреспондент АН СССР (1927) и академик АН УССР (1939). Он был выдающимся ученым, крупнейшим специалистом в области гравиметрии, крупным организатором астрономической науки на Украине. Он создал Полтавскую гравиметрическую обсерваторию (возглавлял ее в 1926-1934 и в 1938-1951 гг.), Главную астрономическую обсерваторию АН Украины (возглавлял ее в 1944-1948 и в 1950-1951 гг.).

В течение двадцатых годов в состав кафедры вошли профессор Н.М. Михальский, профессор И.Д. Андросов и Б.В. Новопашенный. Революция и гражданская война своеобразно сказались на высшей школе. Университеты на Украине признали консервативной формой подготовки специалистов и расформировали, их факультеты были реорганизованы в институты. На базе Новороссийского университета в 1920г. были созданы Медицинский, Физико-математический и Гуманитарно-общественный институты. Последний вскоре слился с Институтом народного образования, созданный на базе Украинского учительского института, существовавшего с 1919 г. Обсерватория была преобразована в самостоятельную Государственную астрономическую обсерваторию Наркомпроса Украины и выполняла военные и государственные программы.

10 марта 1933 г. постановлением Совнаркома УССР на Украине восстанавливаются университеты, в том числе и Одесский на базе Института

народного образования и Физико-химико-математического института. Астрономическая обсерватория снова вошла в его состав. А в 1934 г. на должность заведующего кафедрой и директора обсерватории был назначен член-корреспондент АН СССР, профессор К. Д. Покровский (1869-1944). Он был не только разносторонним ученым, но и великолепным преподавателем, популяризатором и организатором науки. При нем обсерватория продолжает пополняться новыми инструментами, была открыта аспирантура и появились первые астрономы-аспиранты — К.Я.Горяистов, С.Г.Ниценко, А. М. Шульберг. В состав кафедры входили: профессор К.Д.Покровский, профессор Н.М.Михальский, профессор И.Д.Андросов, доцент Б.В.Новопашенный и ассистент А.Д.Цесюлевич.

Мирная жизнь была прервана войной. Одесский университет эвакуировался, а в месте с ним — профессор Н.М.Михальский.

По разным причинам в оккупации остались К.Д.Покровский, И.Д. Андросов, Б.В.Новопашенный, А.С.Цесюлевич. После освобождения Одессы по обвинению в измене родине профессор К.Д.Покровский был арестован и в 1944 г. скончался в тюремной больнице, не дождавшись суда. В настоящее время он реабилитирован.

В 1944 г. начинают возвращаться из эвакуации вузы Одессы. Вместе с ними приехал известный ученый, астрофизик, исследователь переменных звезд, выпускник Ленинградского университета профессор В.П.Цесевич (1907-1983). Вскоре его назначают заведующим кафедрой астрономии, а затем — директором обсерватории. В 1945 г. в состав кафедры входили профессор В.П.Цесевич, доцент К.Н.Савченко, доцент Б.В.Новопашенный, преподаватели А.С.Цесюлевич, К.Я.Горяистов, А.М.Шульберг.

После защиты К. Н. Савченко докторской диссертации в 1952 г., было принято решение образовать две астрономические кафедры: кафедру астрофизики (заведующий кафедрой профессор В.П.Цесевич) и кафедру астрономии (заведующий кафедрой профессор К.Н.Савченко). После ухода на пенсию в 1953 г. заведующий кафедрой теоретической механики профессор Н.С.Васильева кафедра астрономии и теоретической механики были объединены в одну. Однако после смерти К.Н.Савченко в 1956 г. астрономические кафедры вновь были объединены. В 1960 г. физико-математический факультет был разделен на два факультета и на физическом осталась кафедра астрономии, а на механико-математическом — вновь восстановлена кафедра теоретической механики.

В.П.Цесевич был неординарной личностью. Он целиком и полностью посвятил себя служению богине Урании. Вся его жизнь, все его усилия были направлены на развитие астрономии. Научная и педагогическая деятельность профессора, члена-корреспондента АН УССР В.П.Цесевича были высоко оценены. Он был награжден орденами Ленина и Трудового Красного Знамени, медалями. Круг его научных интересов был необычайно широк. Любая проблема, за которую он брался, решалась ярко и красиво. Благодаря его усилиям Одесская обсерватория обогатилась наблюдательными станциями в Маяках, Крыжановке и рядом высокогорных наблюдательных станций.

Трудно в кратком очерке полностью описать заслуги В.П.Цесевича. Учитель живет в своих учениках, а их у него были сотни. Много времени В.П.Цесевич уделял работе кафедры астрономии, тщательно подбирая для нее молодых и талантливых выпускников Одесского университета. Так, в 1963-1965 гг. доцентом кафедры работал В.К.Абалакин (ныне директор Пулковской обсерватории, член-корреспондент АН СССР). С 1966 г. в качестве доцента, а затем профессора кафедры (с 1973 г.) работал Е.Н.Краммер. На кафедре работают: В.А.Позигун (1963 г. — ассистент, 1974 г. — ст. преподаватель, 1977 г. — доцент кафедры), В.Г.Каретников (1965 г. — ассистент, 1968 г. — ст. преподаватель, 1969 г. — доцент, 1990 г. — профессор кафедры), М.И.Мялковский (1982 г. — ассистент, 1991 г. — доцент кафедры), И.Л.Андронов (1985 г. — ассистент, 1988 г. — доцент, 1996 г. — профессор кафедры).

После смерти профессора В.П.Цесевича в 1983 г. на должность заведующего кафедрой был назначен В.Г.Каретников, а в 1989 г. он был избран директором обсерватории. При В.Г.Каретникове на кафедру пришли молодые преподаватели: С.М.Андривевский (1990 г. — доцент, в настоящее время — в докторантуре), А.А.Базей (1994 г. — ассистент, 1999 г. — доцент кафедры), А.В.Халевин (1999 г. — ассистент). В ноябре 1994 г. в связи с выходом на пенсию кафедру оставил профессор Е.Н.Краммер.

Хочу отметить, что на протяжении всего времени существования кафедры астрономии и Астрономической обсерватории научные и учебные процессы тесно переплетались. На протяжении многих лет ряд сотрудников обсерватории активно помогают кафедре в подготовке специалистов, принимают участие в чтении лекций, проведении учебных занятий, руководстве дипломными и курсовыми работами студентов-астрономов. Кафедра астрономии подготовила много видных ученых, среди которых ряд известных в прошлом пулковских астрономов: В.А.Альбицкий, А.С.Васильев, А.П.Ганский и Л.С.Окулич, а также З.Н.Аксентьева, И.И.Витковский, Н.Н.Донич, И.А.Дюков, В.А.Елистратов, В.С.Жардецкий, Н.М.Стойко-Радиленко, В.В.Стратонов.

В послевоенное время кафедра астрономии продолжала выпускать специалистов, сперва в виде двух специализаций с третьего курса на двух отделениях физико-математического факультета. После разделения факультета на два на физическом факультете была открыта специальность “астрономия” с подготовкой по отдельному Учебному плану с первого курса отдельной группы студентов.

В послевоенное время ряд выпускников кафедры стали докторами наук, видными учеными страны. Это В.К.Абалакин, И.Л.Андронов, Э.А.Витриченко, В.М.Григорьевский, Н.Б.Дивари, В.Г.Каретников, Н.С.Комаров, В.В.Конин, Е.Н.Краммер, В.Е.Панчук, Г.М.Петров, И.Б.Пустыльник, Р.Б.Теплицкая, И.С.Шестака. Многие из выпускников стали кандидатами наук и сделали много полезного для развития астрономии.

## 150 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А.К.КОНОНОВИЧА

*В.Г.Каретников*

Александр Константинович Кононович оставил в астрономии большое наследство. Будучи вторым директором Астрономической обсерватории и заведующим кафедрой астрономии Императорского Новороссийского (ныне Одесского государственного) университета, он превратил маленькую учебную обсерваторию в крупное по тем временам научное учреждение с передовым инструментальным оснащением и хорошей научной репутацией. Как профессор университета А.К.Кононович воспитал большую плеяду видных впоследствии ученых нашей страны и как крупный университетский деятель сделал многое для создания хорошей репутации Новороссийского университета.

А.К.Кононович родился 12 февраля 1850 года (н.ст.) в Таганроге в семье таможенного чиновника. Там же стал учиться в гимназии, где прошел половину курса, после чего семья переехала в Одессу. Здесь в 1867 году А.К.Кононович окончил Ришельевскую гимназию и стал студентом Новороссийского университета, где специализировался по астрономии. Его студенческая работа по вычислению затмений 1870 года была отмечена отличными отзывами и привела к тому, что по окончании университета в 1871 году со степенью кандидата А.К.Кононович был оставлен при университете и в 1873 году после сдачи магистерских экзаменов был отправлен на стажировку в Германию.

Будучи в Берлине, А.К.Кононович слушает лекции Г.Гельмгольца и Ф.Титъена, работает у В.Ферстера в Астрономической обсерватории и в Вычислительном институте. Затем переезжает в Лейпциг, где изучает астрофотометрию у И.Цельнера и теоретическую астрономию у И.Брунса. Берлинский академик А.Ауверс рекомендует А.К.Кононовичу тему магистерской диссертации “Вычисление орбиты двойной звезды  $\alpha$  Девы” и эта работа становится на первое время главной темой его исследований. В рамках ее А.К.Кононович разрабатывает и публикует в 1876 году исследование “Способы вычислений орбит двойных звезд”.

Возвратившись в 1876 году со стажировки в Одессу, А.К.Кононович не смог занять место в университете по причине отсутствия свободных вакансий и стал учителем физики и математики Ришельевской гимназии. Несмотря на большую занятость учебными занятиями, он не прекращал научные исследования и в 1880 году в Новороссийском университете успешно защитил магистерскую диссертацию. Это обстоятельство и выход на пенсию Л.Ф.Беркевича, занимавшего должности заведующего кафедрой астрономии и директора обсерватории Новороссийского университета, открыли перед А.К.Кононовичем возможность работы в родном университете.

В 1881 году А.К.Кононович занял место заведующего кафедрой астрономии и директора Астрономической обсерватории Новороссийского университета. Его кандидатуру поддержал выдающийся астроном-академик Ф.А.Бредихин. В этих должностях А.К.Кононович проработал

тридцать лет и оставил после себя много полезного. В первую очередь надо отметить его работу по превращению обсерватории в научное учреждение. Дело в том, что его предшественник профессор Л.Ф.Беркевич был астрономом-теоретиком и в наблюдательной базе не нуждался. Интересы же А.К.Кононовича лежали в области астрофизики, что требовало современного наблюдательного инструментария.

А.К.Кононович разработал программу переоснащения обсерватории и в 1886 году в обсерватории была построена башня с куполом. В этой башне был установлен 6.5-дюймовый телескоп-рефрактор английской фирмы Кука, работающий до сих пор. А.К.Кононович привлек к работам по астрономическому приборостроению талантливого университетского механика И.А.Тимченко, который изготовил первый в России спектрогелиограф. Обсерватория оснастилась фотометрами, протуберанц-спектроскопом, широкоугольными астрографами и другими приборами. Все это позволило проводить фотометрические наблюдения планет, исследования протуберанцев и пятен на Солнце.

В 1883 году А.К.Кононович успешно защитил докторскую диссертацию “Фотометрические исследования планет Марса, Юпитера и Сатурна”, причем его оппонентами выступали видные ученые-физики-профессора Н.А.Умов и Ф.А.Шведов. Вскоре А.К.Кононович становится экстра-ординарным, а в 1886 году - ординарным профессором Новороссийского университета. В эти же годы много занимается административной работой. Несколько лет А.К.Кононович работает секретарем физико-математического факультета, затем неоднократно избирается деканом этого же факультета, а при отъездах ректора университета исполняет его обязанности.

При А.К.Кононовиче были выполнены получившие широкую известность исследования двойных звезд, фотометрия больших планет, изучены законы отражения света в разных длинах волн от различных поверхностей, что позволяло моделировать свойства поверхностей планет, выполнены наблюдения Солнечного затмения 18 августа 1887 года, в обсерватории создано Одесское отделение Пулковской обсерватории (1896), проводившее астрометрические исследования. Учениками А.К.Кононовича были видные астрономы А.С.Васильев, А.П.Ганский, Н.Н.Донич, Л.С.Окулич, А.Р.Орбинский и В.В.Стратонов, математик и историк математики И.Ю.Тимченко.

В конце жизни А.К.Кононович часто болел, выезжал на лечение за границу и умер в Одессе 18 мая 1910 года, когда ему шел всего 61-ый год от рождения.

## ИНСТРУКЦИЯ по фотометрическим наблюдениям переменных звезд

Если звезда меняет свой блеск, то естественно исследовать эти изменения со временем. В астрономии блеск измеряется в звездных величинах, причем за эталон блеска была выбрана самая яркая звезда северного полушария - Вега (Альфа Лиры). Ее блеск в разных цветах равен нулю, хотя, с учетом более поздних стандартов с использованием других звезд, было бы правильным сказать “близок к нулю”.

Чем больше звездная величина, тем слабее звезда. Разность блеска в 5 звездных величин (mag) соответствует отношению потоков излучения ровно в 100 раз, в 2.5 mag - в 10 раз, в 1 mag - в 2.512 раза, в 0.7525 mag - в 2 раза, в 0.1 mag - в 1.00925 раз. Общие формулы перевода разности блеска в потоки и наоборот:  $m-m_0=-2.5 \lg(I/I_0)$ ,  $I=I_0 \cdot 10^{-0.4(m-m_0)}$ , где индекс 0 соответствует источнику излучения, принимаемому за стандарт.

Зависимость звездной величины  $m$  от времени  $t$  называется кривой блеска. Существуют переменные звезды, переменность которых является периодической, т.е.  $m(t+P \cdot E)=m(t)$  для всех  $t$  в пределах ошибок наблюдений, причем  $E$  - целое число, а  $P$  - период. Для таких звезд строится фазовая кривая блеска, т.е. зависимость звездной величины  $m$  от фазы  $\varphi$ , определяемой из соотношения  $E+\varphi=(t-T_0)/P$ . Значение  $T_0$  называется начальной эпохой, и обычно соответствует моменту максимума пульсирующей звезды или минимуму затменной двойной системы. Значение номера цикла  $E$  - целое, так что фаза  $0 \leq \varphi < 1$ . Впрочем, на фазовой кривой блеска рекомендуют повторить часть кривой, расширив интервал фаз, напр., от -0.3 до 1.3 (напр. фаза -0.27 соответствует фазе 0.73 (=1-0.27), 1.08 - фазе 0.08).

### Глазомерные оценки блеска

Определяют блеск переменных звезд обычно сравнением со стандартом. Однако, если при использовании приборов - фотоэлектронных умножителей или так называемых ПЗС матриц возможно измерение потоков, то при глазомерных оценках это нереально. Значительно более точные оценки блеска получаются при сравнении блеска переменной звезды с двумя звездами с известным блеском, которые называются звездами сравнения. Этот интерполяционный метод Нейланда-Блажко заключается в том, что выбираются несколько звезд сравнения с блеском, с запасом, перекрывающим интервал переменности исследуемой звезды. Обычно они обозначаются с убыванием блеска (возрастанием звездной величины) латинскими буквами в алфавитном порядке abcdefg... Затем, при наблюдении, определяется пара звезд, между которыми по блеску располагается исследуемый объект (обозначается  $v$  - variable - переменная), напр., ab, bc, cd. Затем интервал блеска мысленно разделяется на несколько частей (“степеней”) и определяется, сколько таких частей между  $a$  и  $v$ ,  $v$  и  $b$ . Оценка записывается в виде  $a2v3b$ ,  $c1v1d$ ,  $v=e$  и т.д. Затем блеск по оцен-



ке  $arvqb$  переводится по формуле  $m=m_a+(m_b-m_a)p/(p+q)$ , где  $m_a$  и  $m_b$  - значения блеска звезд сравнения, определяемые отдельно.

Для большинства переменных звезд такие звезды сравнения подобраны и приведен их блеск.

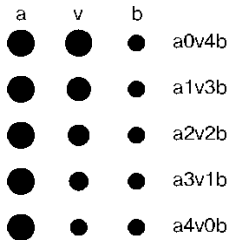


Рис.1. Примеры взаимной яркости звезд сравнения a и b и переменной звезды v и соответствующие оценки методом Нейланда-Блажко.

Для улучшения точности, рекомендуется сделать несколько оценок (обычно три), перевести их в звездные величины, а затем найти среднее. Точность начинающего наблюдателя обычно составляет около 0.2 mag (звездной величины), и с опытом улучшается до 0.10 и даже 0.04-0.08 mag. Это хуже, чем для фотоэлектрических наблюдений (0.002-0.010 mag), но такие наблюдения представляют интерес при исследовании звезд с достаточно большими амплитудами.

Поскольку исследуется зависимость блеска от времени, необходимо регистрировать моменты с точностью, которая должна быть не хуже, чем доли процента продолжительности периода или цикла переменности, т.е. десятые доли суток для долгопериодических переменных и доли минут для короткопериодических переменных.

### Счет времени (Юлианские даты)

Для упрощения вычисления интервалов времени между двумя моментами, в астрономии вводится единая система времени в сутках, называемая Юлианской датой (Ю.Д., J.D.). Конечно, можно вычислять интервалы времени не только для астрономических процессов, но и для любых других, напр. подсчитать свой возраст в сутках...

Новый Юлианский день начинается в полдень на нулевом меридиане (в Гринвиче), т.е. в 14 (15) часов зимнего (летнего) киевского времени. Расчет Юлианской даты довольно прост, однако, для удобства вычисления составлены таблицы (см. стр. 91).

### Гелиоцентрическая поправка

Для короткопериодических звезд следует учитывать так называемую гелиоцентрическую поправку, связанную с различным положением Зем-

ли на орбите вокруг Солнца. Свет от звезд идет многие годы, однако несколько минут разности времени движения до Земли и Солнца могут существенно исказить форму фазовой кривой, точнее, привести к ее периодическому сдвигу с годичной периодичностью. Поэтому время приводят к центру Солнца (ГЮД, HJD) или даже к барицентру (центру тяжести) Солнечной системы (БЮД, BJD), движение которого можно считать равномерным и прямолинейным относительно других звезд на протяжении тысячелетий. Очевидно, когда Земля находится между звездой и Солнцем, поправка положительна. Ее максимальное значение составляет 8 минут 20 секунд, т.е. время, за которое свет со скоростью 300 тысяч км/с проходит расстояние, равное радиусу земной орбиты (150 млн. км). Обычно сначала вычисляют геоцентрическое (земное) время, а потом поправку по специальным формулам. При составлении таблицы наблюдений следует указывать, какое время (JD, HJD или BJD) Вы используете.

### Тренажер

Прежде чем проводить наблюдения настоящих звезд на небе или на фотонегативах, желательно научиться делать оценки методом Нейланда-Блажко на тренажере. Он приведен на рис.2 в результате компьютерного моделирования. Переменная звезда в центре. Блеск звезд сравнения 5.28 (а), 5.91 (b), 6.44 (с), 6.94 (d), 7.60 (е), 8.23 (f), 8.85 (g), 9.88 (h). Моменты времени (летнее киевское), которые следует перевести в юлианские даты, приведены в следующей таблице:

N	д	м	h	m	N	д	м	h	m	N	д	м	h	m	N	д	м	h	m
1	8	4	0	30	11	16	6	1	31	21	17	8	2	31	31	28	9	23	59
2	15	4	23	27	12	17	6	0	46	22	26	8	22	16	32	28	9	23	37
3	19	4	1	33	13	23	6	23	29	23	2	9	22	38	33	28	9	23	6
4	20	4	1	29	14	1	7	1	0	24	4	9	1	39	34	28	9	0	43
5	30	4	1	16	15	5	7	23	24	25	8	9	22	24	35	28	9	0	11
6	1	5	23	59	16	15	7	1	46	26	12	9	23	51	36	28	9	23	20
7	12	5	1	37	17	23	7	2	28	27	16	9	2	18	37	28	9	23	50
8	17	5	2	21	18	3	8	23	11	28	28	9	23	56	38	28	9	2	10
9	28	5	22	27	19	12	8	2	26	29	28	9	22	54	39	28	9	0	55
10	9	6	23	46	20	15	8	0	30	30	28	9	1	0	40	28	9	22	37

Здесь N - номер изображения, д - день, м - месяц, h - часы, m - минуты. Для данной переменной звезды период равен  $P=7.29$  суток, а начальная эпоха  $T_0=2451270$ .

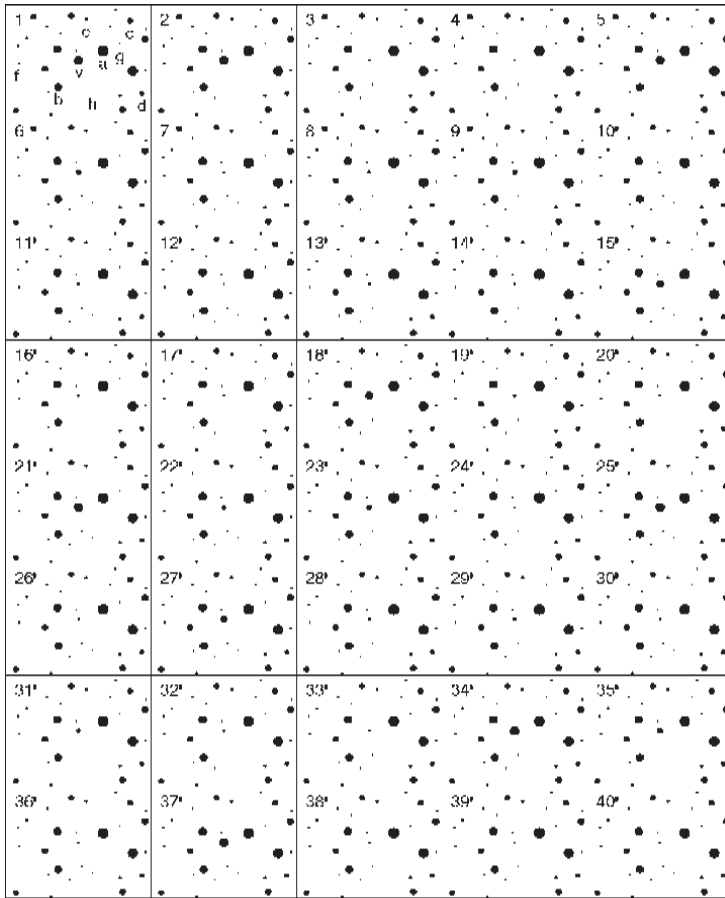


Рис.2. Карты окрестностей переменной звезды  $v$ . На первой карте отмечены переменная и звезды сравнения (ближайшее изображение сверху над буквой).

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 было также интересно наблюдать, используя те же звезды сравнения. Это BD+27<sup>o</sup>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  $\beta$  и  $\rho$  Персея:  $\alpha$  Персея (1.90),  $\epsilon$  (2.96),  $\delta$  (3.10),  $\nu$  (3.93), 16 (4.27),  $\pi$  (4.62),  $\gamma$  Андромеды (2.18),  $\alpha$  Треугольника (3.68),  $\beta$  (3.08).

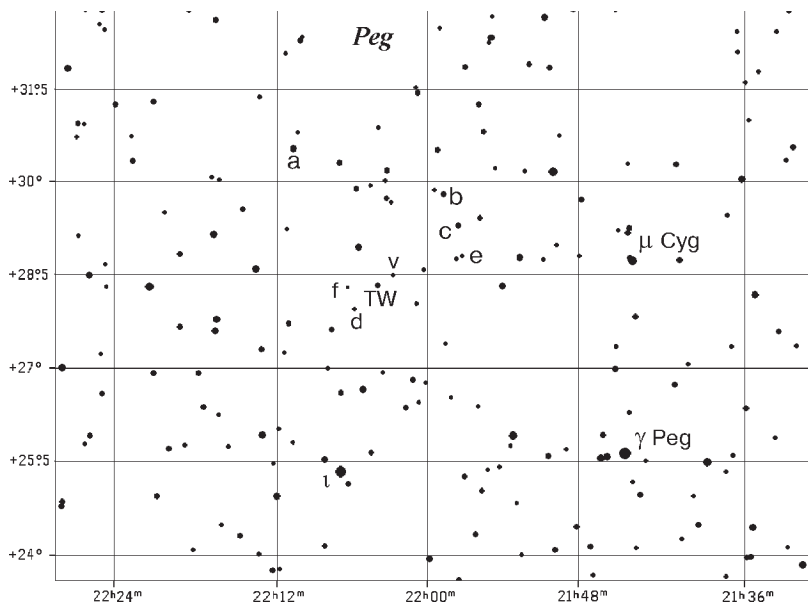
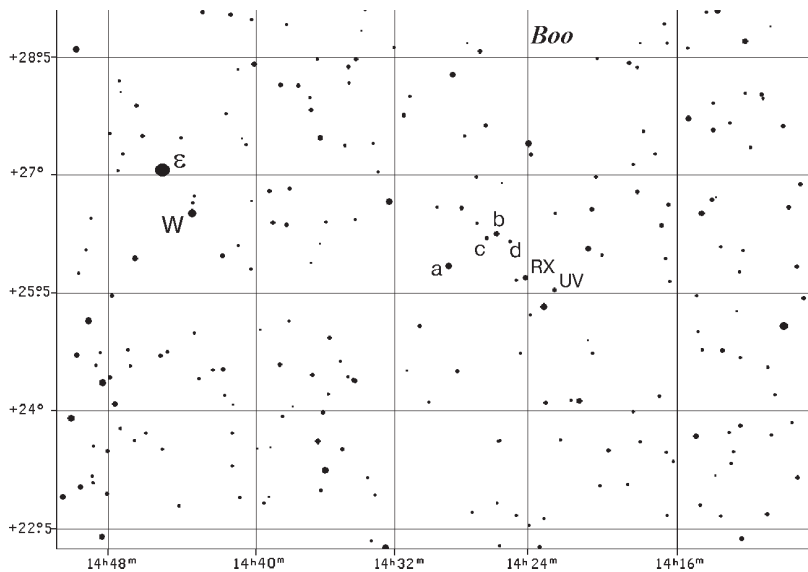
$\beta$  Персея (собственное имя - Алголь) является прототипом разделенных затменных двойных звезд с периодом 2.8673043 суток, начальной эпохой Ю.Д. 2445641.5135 и продолжительностью затмения около 10 часов.  $\rho$  Персея – красная полуправильная пульсирующая переменная с циклом около 50 суток. По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

Для  $\beta$  и R Лиры:  $\gamma$  Лиры (3.30),  $\zeta$  (4.29),  $\eta$  (4.46),  $\theta$  (4.46), 16 (5.06),  $\iota$  (5.28),  $\mu$  Геркулеса (3.48),  $\xi$  (3.82).  $\beta$  Лиры является прототипом второго типа затменных двойных звезд (EB) с периодом 12.913834 суток, начальной эпохой Ю.Д. 2408247.950. R Лиры – красная полуправильная пульсирующая переменная с циклом около 46 суток. Эти звезды также целесообразно наблюдать раз в ночь.

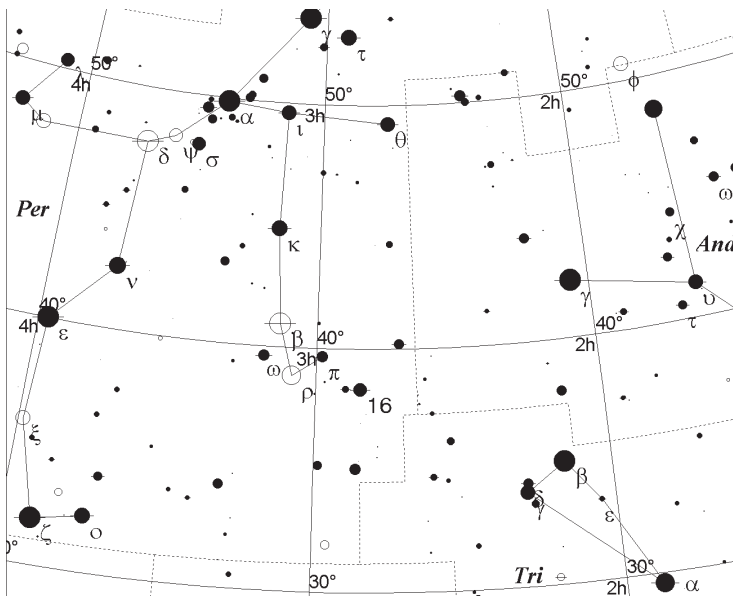
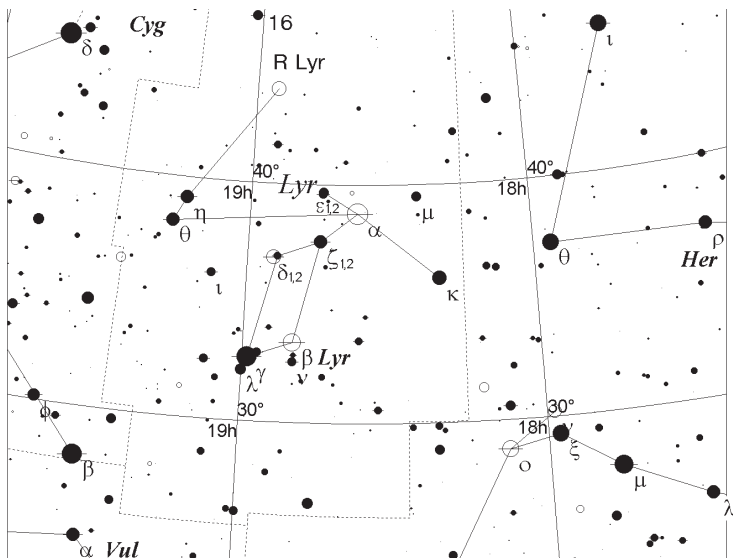
### Рекомендованная литература

- Андронов И.Л.* Визуальные и фотографические наблюдения переменных звезд. Метод. указания для студ. астр. отд. физ. ф-та и учаш. Все-союзн. Астр. школы при ОГУ. - Одесский ун-т, 1991, 84с.
- Андронов И.Л.* Строение и эволюция переменных звезд. (Пособие для занятий в астрономических кружках учащихся 7-11 классов). Обл. Ин-т усов. учителей, 1991,86с.
- Андронов И.Л., Чинарова Л.Л.* Строение и эволюция переменных звезд. 2. (Пособие для занятий в астрономических кружках учащихся 7-11 классов). Обл.Ин-т усов. учителей, 1992,28с.
- Андронов И.Л.* Классификация переменных звезд и их визуальные наблюдения. - Очаков, ДЮОЦ, 1993. -52с.
- Кудашкина Л.С.* Атлас астронома-любителя, вып. 1-6, Одесса, 1991-1999.

*Андронов И. Л., Чинарова Л. Л.*



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



Карты окрестностей ярких переменных звезд R и  $\beta$  Лиры (вверху) и  $\beta$  Персея. Незаполненными окружностями показаны переменные звезды.