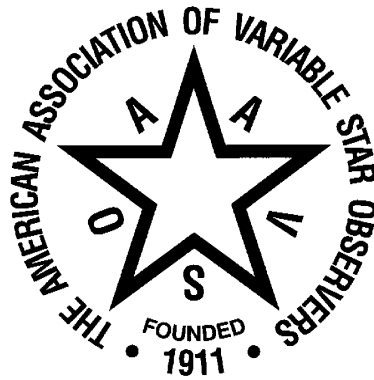


AAVSO

Руководство для визуальных наблюдений переменных звезд



Пересмотренное издание - Март 2013 г.
Перевод на русский язык - июнь 2017 г.

Американская ассоциация наблюдателей переменных звезд

49 Bay State Road

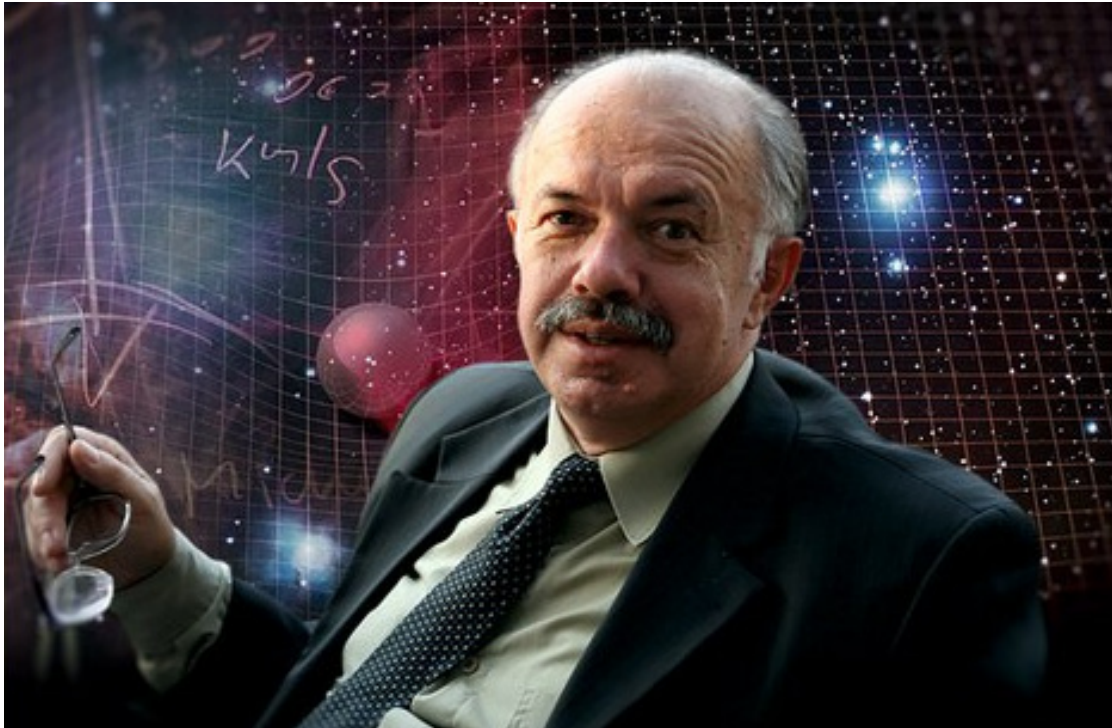
Cambridge, Massachusetts 02138 U. S. A.

Tel: 617-354-0484

Fax: 617-354-0665

Электронный адрес: aavso@aavso.org

Адрес в Интернете: <https://www.aavso.org>



Переводчик на русский язык проф. Николай Самусь.

Copyright 2013

by the American Association of Variable Star Observers

49 Bay State Road
Cambridge, MA 02138
U. S. A.

ISBN 978-1-939538-29-1

ПРЕДИСЛОВИЕ К ИЗДАНИЮ 2013 г.

С большим удовольствием представляем читателям пересмотренное и уточненное издание *Руководства для визуальных наблюдений переменных звезд*. По своему замыслу, Руководство должно послужить детальной инструкцией к наблюдениям переменных звезд. Руководство содержит актуальную информацию о том, как проводить наблюдения переменных звезд и как сообщать их результаты в AAVSO; оно написано опытнейшими визуальными наблюдателями.

Руководство – важнейшее пособие для новых наблюдателей; именно в нем они найдут всю информацию, необходимую для того, чтобы включиться в программу наблюдений переменных звезд. С другой стороны, давно работающие опытные наблюдатели и те, кто возвращается к наблюдениям переменных звезд после перерыва, возможно, сочтут его полезным в качестве удобного справочника, средства для освежения памяти, позволяющего разобраться в новых аспектах наблюдений переменных звезд.

В этом Руководстве Вы познакомитесь со стандартными процессами и процедурами, используемыми при наблюдениях переменных звезд, что является важным аспектом при наблюдениях и передаче их результатов в AAVSO.

Здесь Вы найдете новую информацию в удобном формате; главы сгруппированы тематически. Некоторые страницы можно вынуть из руководства, что может пригодиться тем читателям, кто предпочитает поместить важную информацию в журнал наблюдений или в пластиковую папку.

Кем бы Вы ни были – новичком или опытным наблюдателем, или даже «наблюдателем в кресле», желающим побольше узнать о том, как наблюдают переменные звезды, мы надеемся, что Руководство даст Вам новые знания об основах наблюдений переменных звезд, поможет улучшить качество работы у телескопа, получить больше радости и удовольствия от того, что Вы вносите подлинный научный вклад в астрономию переменных звезд.

Информация в Руководстве собрана из различных публикаций AAVSO. Ее отредактировала Сара Дж. Бек, технический сотрудник AAVSO. От души благодарю Сару за отличную работу при подготовке этого труда.

Следует добавить, что многие члены AAVSO и сотрудники центрального аппарата Ассоциации внесли свой вклад в подготовку Руководства, предложив ценные комментарии и рекомендации. От души благодарю Карла Ферера, Петера Гильбо, Джина Хансона, Хальдуна Менали, Пола Норриса, Джона О'Нила, Рона Ройера, Майкла Саладыгу, Майка Симонсена, Мэттью Темплтона, Элизабет Вааген и Дага Уелча.

Арне А. Хенден
Директор AAVSO

...действительно, только благодаря наблюдениям переменных звезд любитель может найти практическое использование своему скромному оборудованию и сколь-либо сильно продвинуться в своем стремлении к новому знанию в применении к самой благородной из наук.

—Уильям Тайлер Олкотт, 1911

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	iii
ВВЕДЕНИЕ	v
Что такое переменные звезды?	
Для чего нужно изучать переменные звезды?	
Что такое AAVSO?	
Глава 1 – ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	1–6
Составление программы наблюдений	1
Необходимое оборудование	3
Глава 2 – КАРТЫ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД	7–13
Глава 3 – ПРОЦЕСС НАБЛЮДЕНИЙ	14–24
Пошаговая инструкция	14
Дополнительные советы наблюдателю	16–22
Поле зрения	16
Ориентация карт	18
Шкала звездных величин	18–19
Предельная величина	19
Идентификация переменной	19–20
Оценка блеска переменной	20–21
Ведение записей	21–22
Глава 4 – О ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗДАХ	25–34
Имена переменных звезд	25
Таблица 4.1 – <i>Полные и сокращенные названия созвездий</i>	26–27
Типы переменных звезд	30–34
<i>Что такое кривая блеска?</i>	30
Глава 5 – КАК ЗАПИСАТЬ ДАТУ	35–41
Пошаговые инструкции	35–36
Примеры вычислений	36–37
Глава 6 – ПЛАНИРОВАНИЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕССИИ	42–45
Составление плана	42–43
Полезные публикации AAVSO	43–44
Типичный план наблюдений	45
Глава 7 – ПЕРЕДАЧА НАБЛЮДЕНИЙ В AAVSO	46–51
Передача наблюдений	46–47
Формат визуальных наблюдений AAVSO	47–51
Приложение 1 – ПРИМЕРЫ КРИВЫХ БЛЕСКА ЗА ДЛИТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ	52–59
Приложение 2 – СЕКЦИИ AAVSO	60
Приложение 3 – ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ	61–62
Приложение 4 – ИМЕНА ЗВЕЗД	63–66
УКАЗАТЕЛЬ	67

ВВЕДЕНИЕ

Что такое переменные звезды?

Переменные звезды – это звезды, у которых меняется блеск. Блеск звезд нередко меняется, когда звезды очень молоды или когда они очень стары. Причина переменности может быть связана с самой звездой (расширение, сжатие, вспышки и т.п.) или же с такими внешними факторами, как затмения в системах двух и более звезд. На сегодняшний день в каталоги внесено более четверти миллиона известных или заподозренных переменных. При точных измерениях оказывается, что блеск меняется у большинства звезд, в том числе у Солнца и у Полярной звезды.

Для чего нужно изучать переменные звезды?

В сущности, изучение переменных звезд – это изучение тайной жизни звезд – того, как они образовались, как проходит их жизнь и как они изменяются внутри и снаружи в процессе эволюции. Мы получаем знания об окружении звезд, включая планеты и другие спутники, и о влиянии звезд на своих соседей. Наконец, мы узнаем, как звезды оканчивают свой жизненный путь, постепенно слабея, потеряв атмосферу, или наоборот, испытывая сильнейшие взрывы, поставляя во Вселенную вещество, из которого смогут образоваться другие звезды, планеты и существа, подобные нам.

Энергия, излучаемая звездой, меняется почти на всех фазах ее жизни. Если изменения достаточно велики и происходят с характерным временем, позволяющим человеку их заметить, мы, наблюдатели AAVSO, сможем зарегистрировать и изучить эти изменения, чем мы и занимаемся уже более 100 лет.

За это время мы узнали обо всех видах изменений в излучаемой звездами энергии и о том, как их интерпретировать. Некоторые звезды меняют блеск, пульсируя, то есть их размеры и вправду физически изменяются, звезды увеличиваются, а затем вновь сжимаются, иногда строго периодически, а иногда неправильным образом. Мы наблюдали звезды, переменность которых, вероятно, связана с тем, что при вращении звезды через ее видимую поверхность проходят звездные пятна. Мы были свидетелями того, как звезду затмевает невидимый спутник, находящейся на исключительно близкой орбите вокруг общего центра масс; сейчас мы научились наблюдать невероятно маленькие изменения блеска звезды, когда для земного наблюдателя по ее диску проходит планета.

Становится понятным, что чем больше мы наблюдаем, тем больше обнаруживаем повсюду планеты вокруг звезд. Также становится все более очевидным, что чем внимательнее мы смотрим, тем яснее, что в той или иной степени мы сможем обнаружить переменность любой звезды на той или иной стадии ее жизни.

Какова ценность визуальных наблюдений?

В последнее время много обсуждают вопрос о том, что могут сделать визуальные наблюдатели, чтобы внести подлинный вклад в науку. Какие переменные звезды действительно интересны для астрономов, от каких наблюдений можно ожидать вероятного вклада в понимание свойств тех или иных звезд? Не секрет, что при помощи ПЗС возможно проведение многочисленных обзоров более высокой точности, причем в будущем появится доступ к новым обзорам. Визуальным наблюдателям приходится быть более избирательными по отношению к тем объектам, которые они наблюдают, чтобы их вклад в науку оставался значимым. Однако визуальный наблюдатель до сих пор может сделать очень многое.

Во-первых, хотя сейчас активно ведется немало больших инструментальных обзоров, они не обеспечивают такого покрытия, которого исторически добились визуальные наблюдатели. С одной стороны, немногие обзоры полностью покрывают тот диапазон блеска, которым занимаются визуальные наблюдатели; его полное покрытие требует проведения нескольких обзоров, с малыми телескопами для ярких звезд и с большими телескопами для более слабых звезд. С другой стороны, обзоры, как правило, проводятся из одного места на Земле, так что полнота покрытия зависит от погодных условий в этом месте и от исправности оборудования. Обычно частота наблюдений в обзорах ограничена, в (местную) ночь получают всего несколько наблюдательных точек, что означает, что интересующий нас объект наблюдают, в лучшем случае, в течение малой доли суток. Наконец, даже если результаты обзора полностью опубликованы, это не обязательно гарантирует, что доступ к кривым блеска и к другим наборам данных будет существовать всегда. Маловероятно, чтобы какой-либо обзор просуществовал вечно – они имеют ограниченное финансирование и ограниченный кадровый состав исследователей, проводящих обзор.

Что такое AAVSO?

Американская ассоциация наблюдателей переменных звезд (AAVSO) – это всемирная некоммерческая научная и образовательная организация астрономов, любителей и профессионалов, интересующихся переменными звездами. Основанная в 1911 г. Уильямом Тайлером Олкоттом, любителем астрономии, юристом по профессии, и Эдвардом Ч. Пикерингом, директором обсерватории Гарвардского колледжа, AAVSO оставалась подразделением обсерватории Гарвардского колледжа до 1954 г., когда она стала независимой, частной исследовательской организацией. Ее штаб-квартира находится в г. Кембридже (штат Массачусетс, США). Задачей ее, как в прошлом, так и в наши дни, остаются координация, сбор, оценка, анализ, публикация и архивирование наблюдений переменных звезд, полученных преимущественно любителями астрономии, и предоставление их профессиональным астрономам, преподавателям и учащимся. В 2013 г. в ассоциации было свыше 1100 членов из 42 стран; это самая большая ассоциация наблюдателей переменных звезд в мире.

К 2013 г. в архивах AASVO хранилось более 23 миллионов наблюдений свыше 12000 звезд. Более 2000 наблюдателей из стран всего мира ежегодно присылают свыше миллиона наблюдений. После выявления ошибок наблюдения пополняют Международную базу данных AAVSO. Эта база данных достойно увековечивает умение, энтузиазм и преданность делу, целеустремленность всех наблюдателей AAVSO с 1911 г.

Услуги, предоставляемые астрономической общественности

Собранные AAVSO данные, опубликованные и неопубликованные, предоставляются астрономам всего мира через интернет-сайт AAVSO (<https://www.aavso.org>) или по запросам, направленным в штаб-квартиру AAVSO. Астрономы запрашивают помощь AAVSO в следующих случаях:

- а. Необходима современная информация в реальном времени о необычной активности звезд;
- б. Необходима помощь в составлении и выполнении программ наблюдения переменных звезд при помощи крупных наземных телескопов, а также инструментов на борту спутников;
- в. Необходима помощь в одновременных оптических наблюдениях звезд программы, немедленное извещение об их активности во время выполнения наблюдательных программ с поверхности Земли или из космоса;

г. Необходимо сопоставить оптические данные AAVSO с данными спектроскопии, фотометрии или поляриметрии на разных длинах волн;

д. Необходимо подтверждение результатов путем статистического анализа поведения звезды на основе данных AAVSO, охватывающих широкий интервал времени.

Сотрудничество между AAVSO и профессиональными астрономами по предоставлению в реальном времени информации об одновременных оптических наблюдениях обеспечило успешное выполнение многих программ наблюдений, особенно тех, где в наблюдениях использовались ИСЗ. В числе таких проектов сотрудничества – наблюдения с борта космических аппаратов Apollo-Союз, HEAO 1 и 2, IUE, EXOSAT, HIPPARCOS, HST, RXTE, EUVE, Chandra, XMMNewton, Gravity Probe B, CGRO, HETE-2, Swift и INTEGRAL. Значительное количество наблюдений редких явлений этими ИСЗ – результат своевременных сообщений из AAVSO.

Услуги, предоставляемые наблюдателям и преподавателям

AAVSO помогает наблюдателям переменных звезд внести весьма важный вклад в астрономию, собирая их наблюдения, включая их в файлы данных AAVSO, публикуя их и предоставляя их профессиональным астрономам. Включение Ваших наблюдений в международную базу данных AAVSO означает, что будущие исследователи получают доступ к этим наблюдениям, что дает Вам возможность внести вклад в науку будущего и в сегодняшнюю науку.

Получив запрос, AAVSO поможет составить подходящую программу наблюдений отдельному лицу, астрономическому клубу, школе, колледжу и т.п. Таким образом, у наблюдателей, студентов и преподавателей появляется возможность наиболее рационально использовать свои ресурсы и работать в области реальной науки. AAVSO может также помочь при обучении приемам наблюдений, предложить звезды для включения в программу.

Глава 1 – ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

СОСТАВЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Цель этого Руководства – проинформировать Вас, как производить наблюдения переменных звезд и как передавать их для включения в международную базу данных AAVSO. В дополнение к руководству, Вы найдете полезную информацию в пакете, предоставляемом новым членам, и в разделе «Новым наблюдателям» (“For New Observers”) на сайте AAVSO (<https://www.aavso.org/observers>). Пожалуйста, внимательно прочитайте все материалы; не стесняйтесь на любом этапе обращаться к AAVSO с любыми возникающими у Вас вопросами.

Начало работы

Выбор звезд, за которыми Вы хотите проследить, приобретение необходимого наблюдательного оборудования, выбор места наблюдений, принятие решения, когда и сколь часто Вы собираетесь наблюдать – все это части составления успешной программы наблюдений. Чтобы добиться максимальной пользы от наблюдений переменных звезд, следует составить программу наблюдений, приспособленную к Вашим личным интересам, опыту, оборудованию, условиям в месте наблюдений. Даже предоставляя только одно наблюдение в месяц, Вы внесете важный вклад в астрономию переменных звезд и сможете получить удовлетворение от понимания, что Вы это сделали.

Вам помогут

У AAVSO многолетний наставнический опыт по отношению к новым наблюдателям. С первых дней существования AAVSO опытные наблюдатели помогали начинающим наблюдателям по переписке, отвечали на вопросы и даже лично оказывали помощь у телескопа. Сегодня такое наставничество осуществляется в основном по электронной почте, при помощи мгновенных сообщений, по Скайпу и телефону.

Координатор программы наставничества (Mentor Program) объединяет начинающих наблюдателей в пары с опытными, которые способны обучить их приемам наблюдений,

инструментам и методам, а также дать совет по выбору объектов и интересным проектам, которыми они могут заняться.

Поскольку программа наставничества осуществляется исключительно усилиями добровольцев, время и работа которых – ценный ресурс, эта программа предоставляется только членам AAVSO. Информация о программе включена в пакет нового члена ассоциации.

Еще один прекрасный ресурс, предоставляемый как начинающим, так и опытным наблюдателям – это форумы AAVSO на сайте ассоциации. Один из форумов специально предназначен для визуальных наблюдателей. Есть также форумы, посвященные отдельным типам переменных звезд, наблюдательным кампаниям и общим вопросам. Коллектив Ваших товарищей по наблюдениям – замечательный ресурс. Задавайте им вопросы. Они смогут помочь Вам.

Хотя описанные в Руководстве наблюдения переменных звезд могут показаться несложными, бывает, что начинающему этот процесс представляется очень трудным, а временами – невозможным. ЭТО НОРМАЛЬНО! Мы прямо говорим об этом, поскольку многих поначалу отпугнула трудность наблюдений, они не верили, что дело пойдет лучше. Уверяем Вас, что дело действительно пойдет лучше. Нужно только немного попрактиковаться.



Майк Линнотт (LMK) со своим самодельным 20-дюймовым (f/3.6) ньютоновским рефлексором на сферической монтировке.

Какие звезды наблюдать?

Настоятельно рекомендуем начинающим визуальным наблюдателям выбирать звезды из списка под названием «Звезды, которые легко наблюдать» (“Stars Easy to Observe”), имеющегося в пакете для новых членов ассоциации и помещенного на сайте AAVSO (<https://www.aavso.org/easy-stars>). Звезды этого списка видны во всех странах мира, в различные сезоны года, его только придется сократить, оставив звезды, наиболее подходящие для места Ваших наблюдений, оборудования и месяца, в котором Вы хотите провести наблюдения. За исключением случая, если звезды, которые Вы наблюдаете, близки к полюсу, Вам придется добавлять звезды в программу по мере смены времен года, когда звезды, наблюдаемые Вами, уже не окажутся ночью над горизонтом.



Мэри Гленнон (GMU) со своим биноклем 7×50.

Расширение программы

Когда Вы накопите опыт и станете себя чувствовать комфортно, работая с переменными звездами, Вы, вероятно, захотите расширить выборку звезд, наблюдениями которых Вы занимаетесь, за пределы списка «Звезды, которые легко наблюдать». Например, в сообщениях «Срочный призыв» (Alert Notice) и «Специальный призыв» (Special Notice), на рассылку которых по электронной почте можно подписаться, часто сообщается о специально запрашиваемых наблюдениях.

Условия в месте наблюдений

Для визуальных наблюдений переменных звезд совершенно не требуется удаленное место наблюдений с темным небом. По-прежнему справедлива старая аксиома, что количество накапливаемых за месяц наблюдений обратно пропорционально расстоянию, которое нужно пройти или проехать от дома до места наблюдений. Если Вы в состоянии наблюдать из собственного двора несколько раз в неделю, возможно, на слегка подсвеченном небе, это может на самом деле оказаться продуктивнее и принести больше удовольствия, чем ездить раз в месяц по два часа в один конец на удаленную площадку с темным небом и получать совсем немного оценок. Больше, чем любой другой фактор, на успех в наблюдениях переменных звезд влияет приспособленность программы наблюдений к месту наблюдений и оборудованию. Воодушевляет тот факт, что многие из ведущих наблюдателей AAVSO в настоящее время проживают и наблюдают в городах.

Такие запросы, а также более продвинутые наблюдательные проекты, перечисляются в разделе «Наблюдательные кампании» (“Observing Campaigns”) сайта AAVSO и на форумах.

Составляя, а затем расширяя программу наблюдений, нужно учитывать следующие факторы.

Географическое положение – На размер Вашей программы наблюдений окажут влияние положение и природные условия места наблюдений, а также то, насколько часто Вы можете им пользоваться.

Состояние неба – Чем больше ясных ночей бывает в том месте, где Вы наблюдаете, тем целесообразнее заняться звездами, для которых необходимы наблюдения каждую ночь, таких, например, как катаклизмические переменные или звезды типа R Северной Короны (дополнительную информацию о типах переменных звезд Вы найдете в Главе 4 настоящего Руководства). Если в месте наблюдений ясная погода бывает менее чем в 20% всего времени, рекомендуется наблюдать медленно меняющиеся, долгопериодические переменные, поскольку для таких звезд имеют смысл даже наблюдения раз в месяц.

Засветка неба – Степень засветки неба в месте наблюдений оказывает большое влияние на выбор звезд для наблюдений. Наблюдателю, живущему в большом городе, рекомендуется сконцентрироваться на наблюдениях ярких звезд, а для наблюдателей под темным небом настоящий вызов – достичь столь слабых звезд, как это позволит оборудование. Некоторые из наиболее продуктивных наблюдателей AAVSO работают в условиях очень сильной засветки!



Халдун Менали (МНИ) проводит наблюдения в большом городе.

Накопив опыт

Опытные наблюдатели могут попробовать провести наблюдения, возможные только в утренние или вечерние сумерки. Наблюдения, полученные в такое время, имеют особую ценность. Причина в том, что трудности наблюдений в сумерки приводят к малому количеству наблюдений в те времена, когда звезда входит в сезонный перерыв или выходит из него. Сезонный перерыв – это интервал продолжительностью до нескольких месяцев, когда звезда находится над горизонтом только в светлое время суток. Особую ценность также имеют наблюдения звезд на восточном небе в часы от полуночи до рассвета, поскольку активность большинства наблюдателей приходится на время до полуночи, когда эти звезды находятся еще низко на небе.

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Оптическое оборудование

Для успешных наблюдений переменных звезд требуются интерес, упорство и соответствующие оптические устройства. Для ярких звезд достаточно хорошего бинокля или даже невооруженного глаза, а для более слабых звезд потребуется телескоп – переносной или на постоянной монтировке. В журналах и в сети Интернет можно найти много информации об оптическом оборудовании (дополнительную информацию об оптических ресурсах Вы найдете в Приложении 3).

Бинокль. Бинокль – отличное средство наблюдений переменных звезд, как для начинающего, так и для опытного наблюдателя. Он портативен, прост в обращении и дает сравнительно большое поле зрения, что позволяет легче отыскать участок неба, где находится переменная звезда. С биноклем хорошего качества можно достичь многого. Обычно наиболее удобными для наблюдений переменных звезд являются бинокли 7×50 или 10×50; их держат в руках. Прекрасно работают также бинокли с более высоким увеличением, но для них обычно требуется монтировка.

Телескоп. Не существует такого телескопа, который можно было бы назвать «идеальным» для наблюдений переменных звезд; у каждого есть свои преимущества. Наблюдатель переменных звезд может использовать любую марку, модель или тип телескопа, лишь бы оптика обладала хорошим качеством. Лучший телескоп – тот, которым Вы станете пользоваться регулярно. Трехдюймовый рефрактор, который легко вынести во двор или доставить к Вашему любимому месту наблюдений, намного полезнее восемнадцатидюймового телескопа конструкции Добсона, слишком тяжелого и создающего слишком много проблем при наблюдениях с ним. Программу наблюдений можно согласовать с возможностями телескопа. Какого бы размера ни был телескоп, на небе множество переменных, из которых можно выбирать.

Искатель. Важно, чтобы Ваш телескоп имел хорошее приспособление для поиска того широкого поля на небе, где находится переменная звезда. Даже если у Вас монтаж с автоматическим наведением (с функцией GoTo), при наблюдениях переменных звезд Вам очень поможет стандартный искатель или устройство для наведения 1× с красной точкой или кружком. Разные наблюдатели предпочитают разные устройства, поэтому если Вы уже пользуетесь одной из таких систем, мы рекомендовали бы продолжать его использовать, по крайней мере на первое время.

Окуляры. Большую помощь при отыскании на небе переменной звезды окажет окуляр с малым увеличением и большим полем зрения; благодаря нему наблюдатель сможет разместить в поле зрения максимально возможное число звезд сравнения. В большом увеличении необходимости нет, за исключением случаев, когда Вы наблюдаете слабые звезды (близко к предельной величине телескопа) или работаете в полях с высокой звездной плотностью. Конкретный размер и увеличение нужного окуляра зависит от размера и типа используемого телескопа. Рекомендуется иметь 2 или 3 окуляра. Один из них должен обладать низким увеличением (20× – 70×) и использоваться для поиска и наблюдений более ярких переменных звезд. Другие окуляры должны иметь большее увеличение, чтобы наблюдать более слабые переменные звезды. Окуляры высокого качества (особенно при большом увеличении) дают более качественные изображения звезд, что, в свою очередь, позволяет видеть более слабые звезды. Существенную помощь может также оказать ахроматическая двухкратная или трехкратная линза Барлоу хорошего качества. (Дополнительную информацию об окулярах Вы найдете на следующей странице.)

Монтаж. При наблюдениях переменных звезд может с успехом использоваться и экваториальная, и альт-азимутальная установка. Важна стабильность, предотвращающая дрожание звездных изображений; плавные движения помогут при

перенаведении с одной звезды на другую. При использовании высокого увеличения помогает часовой механизм, обеспечивающий слежение за небом, но многие наблюдатели обходятся без него.

Атлас

Звездный атлас или мелкомасштабная карта неба, созданная компьютерной программой-планетарием, окажут большую помощь при изучении созвездий и грубом отыскании той области неба, где расположена переменная звезда. Выбрать их из имеющихся в продаже Вы сможете на основе своих потребностей и предпочтений. Многие из них перечислены в Приложении 3, в разделах «Атласы» и «Программное обеспечение».

Если Вы хотите отметить положения переменных звезд в атласе, их координаты – прямое восхождение и склонение – можно взять из заголовков Звездных карт AAVSO.

Звездные карты AAVSO

После того как Вы нашли область неба, где расположена переменная звезда, Вам понадобятся Звездные карты AAVSO различного масштаба, чтобы отождествить переменную и оценить ее блеск.

Любые оценки блеска следует выполнять исключительно с использованием карт AAVSO и величин звезд сравнения, указанных на этих картах. Данное требование необходимо для стандартизации и поддержания однородности наблюдений переменных звезд в Международной базе данных AAVSO.

Следующая глава Руководства содержит детальное описание типичных карт переменных звезд AAVSO, а также инструкции, как изготовить такие карты, пользуясь системой подготовки карт (Variable Star Plotter, VSP) на сайте AAVSO.

Стационарные или наручные часы

Показания Вашего прибора для измерения времени должно быть возможным рассмотреть в почти полной темноте; для большинства типов звезд, его точность должна быть в

Несколько слов об окулярах *Карл Ферер, член AAVSO/наблюдатель AAVSO*

Базовые знания о некоторых характеристиках окуляров внесут существенный вклад в выбор масштаба карт, создание представления о том, что именно Вы увидите, извлечение максимального результата из имеющегося оборудования. Важнейшие из них кратко обсуждаются ниже.

Зазор глаза: Это означает расстояние, с неизбежностью остающееся между глазом и окуляром в ситуации, когда мы видим в фокусе все поле. Вообще говоря, чем выше увеличение окуляра, тем меньше должен быть выходное «отверстие», через которое должен пройти Ваш взгляд, и тем ближе к линзе придется поместить глаз. При некоторых конструкциях окуляров и увеличениях необходимость поместить глаз очень близко может создавать проблемы, особенно для тех, кто носит контактные линзы; она может привести к дискомфорту у наблюдателей, которым придется и в самом деле прикасаться ресницами к окуляру, чтобы видеть удовлетворительно. Большой зазор глаза – это когда Вы можете поместить глаз в нескольких (скажем, в 8–20) миллиметрах от окуляра, все равно сохраняя обзор всего поля в фокусе. К счастью, решить эту проблему помогают некоторые существующие конструкции окуляров.

Поле зрения: На самом деле существует два понятия: истинное поле зрения (TF) и видимое поле зрения (AF). TF относится к участку неба, который Вы можете увидеть в свой инструмент; оно зависит от увеличения, который дает окуляр. Пример истинного поля зрения – тот угол, который видит невооруженный глаз (увеличение 1×). AF означает угол расхождения окуляра самого по себе; он зависит от диаметра линз окуляра. Фиксированное поле телевизионного окуляра – пример видимого поля зрения.

Распространенный эмпирический метод оценки TF, основанный на том времени, за которое звезда пересекает поле, описан в разделе «Дополнительные советы наблюдателю». Если Вы уже знаете видимое поле зрения (AF) и увеличение (M) окуляра, TF можно также оценить из следующего соотношения:

$$TF = AF/M$$

Так, 40-кратный окуляр, AF которого составляет 50 градусов, покажет на небе истинный угол расхождения, равный 1.25 градуса, что примерно соответствует 2.5 диаметрам полной Луны.

Выходной зрачок: название «выходной зрачок» относится к той «дырке», через которую Вы смотрите. Свойства самого глаза накладывают практические ограничения на выходной зрачок: если его диаметр превышает примерно 7 мм, часть проходящего через него света теряется понапрасну, поскольку это значение примерно соответствует максимальному диаметру зрачка полностью адаптированного к темноте глаза молодого, здорового человека. Если диаметр выходного зрачка меньше 2 мм, в глаз попадает

так мало света, что, вероятно, мы вовсе не сможем оценить блеск исходно не слишком яркой звезды.

Если известны фокусное расстояние (FL) окуляра и относительное отверстие (FR) телескопа, то выходной зрачок (EP) можно оценить из следующего соотношения:

$$EP = FL/FR$$

Таким образом, окуляр с фокусным расстоянием 25 мм, установленный на телескопе с относительным отверстием 10, имеет диаметр выходного зрачка 2.5 мм. Заметим, что если Вы не знаете относительное отверстие FR, его можно определить, поделив фокусное расстояние телескопа (в мм) на апертуру (в мм).

Увеличение контраста с ростом увеличения: По мере роста увеличения окуляра количество света, достигающего глаза, уменьшается. Однако нередко оказывается, что умеренная прибавка увеличения повышает контраст между звездами и фоном неба, и этим эффектом в некоторых случаях можно пользоваться, оценивая относительный блеск на небе с умеренной засветкой. Часто оказывается, например, что бинокль 10× – 50 мм следует предпочесть биноклю 7× – 50 мм, если небо не абсолютно темное. То же самое верно и для телескопа, и Вы можете столкнуться с ситуацией, когда замена окуляра с низким увеличением на окуляр со средним увеличением, например, 20× на 40×, улучшает Ваши возможности наблюдать звезды на пределе видимости.

Парфокальные окуляры: Окуляры одинаковой конструкции, выпущенные одним изготовителем, нередко можно менять один на другой, не перефокусируясь, что делает их использование очень удобным. Иногда удается изготовить «парфокальный» комплект окуляров из смешанного, вставляя в трубки окуляров полые кольца (разделители), вырезанные из пластиковых трубок.

Конструкции окуляров: Встречаются окуляры самых разнообразных конструкций. В старых моделях всего две линзы, а в более новых их бывает до восьми. Некоторые модели окуляров лучше зарекомендовали себя при низких и промежуточных увеличениях, другие покрывают весь диапазон увеличений, от низких до высоких. Выбор «правильного» окуляра зависит от того, что именно Вы собираетесь наблюдать, от Ваших требований к увеличению, разрешению, полю зрения и от того, сколько денег Вы готовы потратить. Ниже представлено грубое сравнение распространенных конструкций по параметрам зазора глаза, относительного поля зрения и цены.

	Зазор глаза	Относительное поле зрения, градус	Цена отн. Кельнера
Кельнер (Kellner)	(малый)	36-45	(низкая)
Ортокоспический	Средний	40-50	средняя
Плёсль (Plössl)	Средний	48-52	средняя
Эрфл (Erfle)	Большой	60-70	средняя
«Ультра-широкий»	Большой	52-85	очень высокая

пределах минуты. Точность до секунд нужна при наблюдениях особых типов звезд, таких как затменные двойные, вспыхивающие звезды и звезды типа RR Лир.

Чтобы узнать точное время, существует много способов. Среди них – использование GPS-приемников и «атомных» часов, которые принимают радиосигналы и вносят поправки в свои показания. Найти точное время можно и в Интернете, в таких ресурсах, как сайт Главных часов (Master Clock) военно-морской обсерватории США по адресу <http://tycho.usno.navy.mil/simpletime.html>.

Система записи результатов

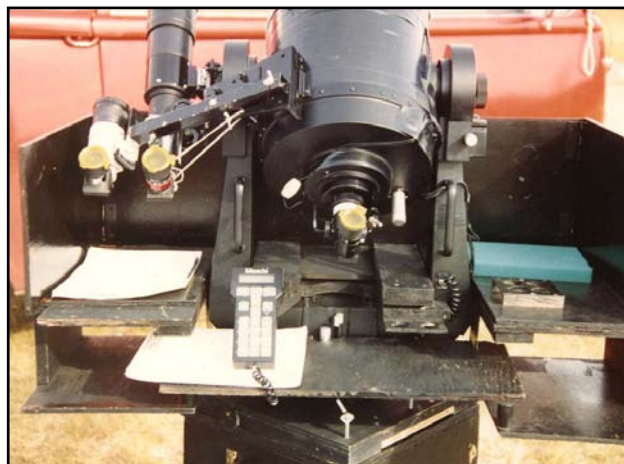
Совершенно необходимо создать эффективную систему хранения записей; наблюдатели придумали много различных систем. Некоторые вносят все наблюдения ночи в журнал наблюдений, а затем переносят их в журналы записей для отдельных звезд. Другие хранят журналы записей для каждой звезды на телескопе. Некоторые другие сразу вводят наблюдения в компьютер. Какая бы система ни была принята, необходимо добиваться, чтобы прежние оценки на Вас не влияли, а также внимательно проверять безошибочность всех записей.

Рабочее место наблюдателя

Большинство наблюдателей пользуются столом или партой, где хранят карты, журналы с записями и различное оборудование. Кроме того, многие наблюдатели сделали над столом навес или укрытие, которые не дают ветру ничего унести и защищают от росы. Для освещения карт полезно иметь прикрытый красный фонарь, не влияющий на ночное зрение. За долгие годы наблюдатели AAVSO придумали немало оригинальных решений этих проблем, как показывают приводимые справа фотографии.



Наблюдательная тележка Эда Хальбаха.



«Вращающееся рабочее место» Джека Нордби.

Глава 2 – КАРТЫ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД

Отыскание на небе переменной звезды – искусство, которому нужно научиться. Наблюдателю поможет использование поисковых карт, на которые нанесены выверенные последовательности визуальных величин звезд сравнения. Настоятельно рекомендуем нашим наблюдателям пользоваться именно этими картами, чтобы избежать противоречий, возникающих, когда звездную величину одной и той же звезды сравнения берут из разных наборов карт. Результатом могут оказаться разные сведения об изменениях блеска одной и той же звезды, зарегистрированные в одну и ту же ночь.

Сейчас стандартные поисковые карты переменных звезд генерируют онлайн при помощи системы подготовки карт (Variable Star Plotter, VSP). Такие карты полностью заменили старые, заранее приготовленные бумажные или электронные карты.

Как использовать VSP – краткое руководство:

Сейчас мы покажем, насколько это просто – сгенерировать карту, на простом, типичном примере (для R Льва – R Leo). Для справки обращайтесь к рис. 2.1.

Войдите на интернет-страницу VSP (www.aavso.org/vsp). Далее воспользуйтесь разделом “Plot a Quick Chart...” («Быстро подготовить карту...») в верхней части формы.

1. В поле, обозначенное “What is the name, designation, or AUID of the object?” («Имя, обозначение или код AUID объекта»), введите имя звезды (например, R Leo).

2. В поле с вариантами ответа под названием “Choose a predefined chart scale” («Выберите один из стандартных масштабов карты») выберите для своей карты масштаб. В нашем примере мы выбрали масштаб B (соответствующий полю зрения 3.0 градуса).

3. В остальных позициях формы оставьте предлагаемые по умолчанию варианты.

4. Нажмите кнопку “Plot Chart” («Нарисовать карту»).

Должно открыться новое окно, показывающее карту в графическом формате (.png). Ее можно напечатать или сохранить на диске. Пример карты, созданной этой процедурой, показан на рис. 2.2.

Ниже мы приводим объяснение полей онлайн-формы VSP.

WHAT IS THE NAME, DESIGNATION, OR AUID OF THE OBJECT? (ИМЯ, ОБОЗНАЧЕНИЕ ИЛИ КОД AUID ОБЪЕКТА)

В это поле введите имя звезды или другой идентификатор (об именах подробнее рассказано в Главе 4 Руководства). Вместо этого можно ввести прямое восхождение (RA) и склонение (DEC) того места на небе, которое необходимо иметь в центре карты, в соответствующие поля ниже заголовка “PLOT ON COORDINATES” («КАРТА НА ОСНОВЕ КООРДИНАТ»).

CHOOSE A PREDEFINED CHART SCALE (ВЫБЕРИТЕ ОДИН ИЗ СТАНДАРТНЫХ МАСШТАБОВ КАРТЫ)

Это ниспадающее меню позволяет задать поле зрения в соответствии со старыми масштабами поисковых карт. В этом меню Вы увидите обозначения A, B, C и др. Например, карта масштаба A показывает 15 градусов на небе и звезды до девятой величины. Карта масштаба B показывает 3 градуса на небе и звезды до 11-й величины. Вам придется пользоваться либо одной картой, либо набором карт, покрывающих диапазон величин для той переменной звезды, которую Вы наблюдаете. Тип карты определяется также используемым Вами оборудованием. Дальнейшие подробности о масштабах карт Вы найдете в таблице 2.1.

CHOOSE A CHART ORIENTATION (ВЫБЕРИТЕ ОРИЕНТАЦИЮ КАРТЫ)

Эта опция позволяет создать карту, на которой, не поворачивая ее, Вы увидите звезды в той же ориентации, что и при использовании своего наблюдательного оборудования. Например, если телескоп дает «перевернутое» изображение (как у рефрактора или рефлектора без диагонального зеркала), Вам следует предпочесть опцию “Visual” («Визуальная»), дающую карту, у которой юг находится сверху, а запад – слева. Если используется диагональное зеркало, можно применить опцию “Reversed” («Отраженная»), создающую

Рис. 2.1 – Система подготовки карт (Variable Star Plotter, VSP)

Variable Star Plotter (VSP)

VARIABLE STAR PLOTTER

WHAT IS THIS?

The Variable Star Plotter (VSP) is the AAVSO's online chart plotting program that dynamically plots star charts for any location on the sky, or for any named object currently in the Variable Star Index (VSX). By creating charts this way, every chart utilizes the most current data available. Through the use of unique Chart IDs generated by the Variable Star Plotter, one user can plot a chart, and another user in different part of the world can plot an identical chart by simply using the same Chart ID. The Variable Star Plotter is the tool you should use to create any chart that you would like to use.

WHAT CAN I DO?

By entering an object name or its coordinates on the sky, the Variable Star Plotter can produce a star chart for that object or location, and tailor it to your specific observing requirements. Many different parameters are adjustable via this interface, allowing you to get the perfect chart for the job. Customizable field of view, print resolution, magnitude limit, and orientation can be set for any chart plotted, or these values can be auto-assigned by selecting from one of the legacy chart scales familiar to many of our long-time observers. The charts produced by this tool include comparison star sequences for visual magnitude estimations.

HOW CAN I GET HELP?

We have two help guides available for the Variable Star Plotter in Portable Document Format (PDF). These document may be read using the free Adobe Reader program. The [One-page Help Guide](#) is a concise reference sheet for the VSP interface, and the [Detailed Help Guide](#) is a more in-depth narrative on how to use this tool. If you need further assistance, send us an E-mail at: aavso@aavso.org. We also have [instructions for a GET method API](#) to directly plot charts from your web site or custom software.

PLOT A QUICK CHART...

WHAT IS THE NAME, DESIGNATION, OR AUID OF THE OBJECT?
Required if no coordinates are provided below

CHOOSE A PREDEFINED CHART SCALE
A is larger, slower; G is smaller, faster.

CHOOSE A CHART ORIENTATION

Visual Reversed CCD

DO YOU WANT A CHART OR A LIST OF FIELD PHOTOMETRY?

Chart Photometry Table

PLOT CHART

ADVANCED OPTIONS

DO YOU HAVE A CHART ID?
A Chart ID will allow you to reproduce prior charts

PLOT ON COORDINATES
Required if no name is provided above

 RIGHT ASCENSION
 DECLINATION

WHAT WILL THE TITLE FOR THIS CHART BE?
Displayed at the top-center of the chart

WHAT COMMENTS SHOULD BE DISPLAYED ON THE CHART?
Displayed beneath the chart star field

MISCELLANEOUS OPTIONS

180	FIELD OF VIEW *
11	MAGNITUDE LIMIT *
75	RESOLUTION *

WHAT NORTH-SOUTH ORIENTATION WOULD YOU LIKE?

North Up North Down

WHAT EAST-WEST ORIENTATION WOULD YOU LIKE?

East Right East Left

WOULD YOU LIKE TO DISPLAY A DSS IMAGE ON THE CHART?
If Yes, retrieves and displays an image from the Digitized Sky Survey

No Yes

WHAT OTHER VARIABLE STARS SHOULD BE MARKED?

None GCVS only All

WOULD YOU LIKE ALL MAGNITUDE LABELS TO HAVE LINES?
If Yes, this will force lines to be drawn from all magnitude labels to the stars

No Yes

HOW WOULD YOU LIKE THE OUTPUT?
If HTML, headers/footers and other extra information will be shown

HTML Printable

WOULD YOU LIKE A BINOCULAR CHART?
Binocular charts omit comparison star labels not useful for binocular viewing.

No Yes

RESET ALL
PLOT CHART

карту с севером сверху и западом слева. Опция “CCD” («ПЗС») дает карту, у которой север сверху, а восток – слева; такая карта может также быть полезна при наблюдениях с биноклем или невооруженным глазом. Дополнительную информацию об ориентации карт Вы найдете в Главе 3.

DO YOU WANT A CHART OR A LIST OF FIELD PHOTOMETRY? (ВАМ НУЖНА КАРТА ИЛИ СПИСОК РЕЗУЛЬТАТОВ ФОТОМЕТРИИ В ПОЛЕ?)

Визуальным наблюдателям следует выбрать карту (“Chart”). Наблюдатели, пользующиеся ПЗС-приемниками или фотоумножителями, которым нужен доступ к точной фотометрии звезд сравнения, могут предпочесть выбор опции “Photometry Table” («Таблица фотометрии» и получить, вместо поисковой карты, таблицу с многоцветной фотометрией.

DO YOU HAVE A CHART ID? (У ВАС ЕСТЬ ИДЕНТИФИКАТОР КАРТЫ?)

Все карты создаются с идентификатором карты в ее правом верхнем углу. Эта комбинация цифр и букв должна сопровождать Ваши сообщения о наблюдениях переменных звезд. Если Вам нужно создать замену утерянной карты, достаточно ввести в это поле идентификатор карты, и карта будет воспроизведена с использованием всех установок, которые Вы задавали, генерируя карту в первый раз. Той же опцией можно воспользоваться, если Вы хотите поделиться с другими информацией, относящейся к используемой Вами карте.

PLOT ON COORDINATES (КАРТА НА ОСНОВЕ КООРДИНАТ)

Вместо того чтобы вводить имя звезды, можно ввести прямое восхождение (RA) и склонение (DEC) центра создаваемой карты. При вводе координат следует разделять часы, минуты и секунды прямого восхождения пробелами или двоеточиями. Так же разделяют градусы, минуты и секунды склонения.

WHAT WILL THE TITLE OF THE CHART BE? (КАК ОЗАГЛАВИТЬ КАРТУ?)

Заголовок карты – это слово или предложение, которое следует поместить в верхней части карты. Что-либо вводить в поле заголовка необязательно. Однако короткий заголовок

Таблица 2.1 – Масштабы карт

	дуга в мм	поле	предназначение
A	5 минут	15 градусов	бинокль/искатель
B	1 минута	3 градуса	малый телескоп
C	40 секунд	2 градуса	3–4-дюймовый телескоп
D	20 секунд	1 градус	телескоп не менее 4 дюймов
E	10 секунд	30 минут	большой телескоп
F	5 секунд	15 минут	большой телескоп
G	2.5 секунды	7.5 минут	большой телескоп

может оказаться очень полезен. Включите в него имя звезды и тип карты, например, “R Leonis B Chart” («Карта типа B для R Льва»). Большие буквы легче разглядеть в темноте; знание масштаба карты может быть полезным. Если это поле не заполнено, в поле заголовка карты будет помещено имя звезды.

WHAT COMMENTS SHOULD BE DISPLAYED ON THE CHART? (КАКИЕ ПРИМЕЧАНИЯ СЛЕДУЕТ ПОМЕСТИТЬ НА КАРТУ?)

Поле примечаний тоже можно оставить незаполненным, но если карта создается для конкретной цели, которую не получается пояснить в поле заголовка, то это как раз можно сделать в рассматриваемом поле. Примечания будут размещены в нижней части карты.

FIELD OF VIEW (ПОЛЕ ЗРЕНИЯ)

Это поле зрения карты, выраженное в минутах дуги. Возможны значения от 1 до 1200 минут дуги. Если Вы пользуетесь готовым масштабом из ниспадающего списка, это поле будет заполнено автоматически.

MAGNITUDE LIMIT (ПРЕДЕЛЬНАЯ ЗВЕЗДНАЯ ВЕЛИЧИНА)

Это предельная звездная величина для данного поля. Звезды слабее этого предела нанесены не будут. Обратите внимание, что слишком слабый предел указывать не следует. Если поле, где находится звезда, для которой нужно сгенерировать карту, находится в Млечном Пути, в конечном результате может получиться карта, совершенно черная от звезд!

RESOLUTION (РАЗРЕШЕНИЕ)

Этот параметр относится к размеру карты, воспроизводимому на экране компьютера. Стандартное значение для большинства интернет-страниц составляет 75 точек на

дьюм. Более высокое разрешение даст более высокое качество, но и больший размер изображения, который может не поместиться на одной печатной странице. При сомнении, вероятно, лучше всего воспользоваться значением, предлагаемым по умолчанию.

ПОЛЯ WHAT NORTH–SOUTH ORIENTATION WOULD YOU LIKE? (КАКАЯ НУЖНА ОРИЕНТАЦИЯ СЕВЕР–ЮГ) И WHAT EAST–WEST ORIENTATION WOULD YOU LIKE? (КАКАЯ НУЖНА ОРИЕНТАЦИЯ ВОСТОК–ЗАПАД)

Эти поля позволяют еще точнее настроить ориентацию карты в соответствии с оборудованием, если Вам потребуются какие-то иные варианты, кроме предлагаемых опцией CHOOSE A CHART ORIENTATION (ВЫБЕРИТЕ ОРИЕНТАЦИЮ КАРТЫ).

WOULD YOU LIKE TO DISPLAY A DSS IMAGE ON THE CHART? (ХОТИТЕ ЛИ ВЫ ВОСПРОИЗВЕСТИ НА КАРТЕ DSS-ИЗОБРАЖЕНИЕ?)

По умолчанию генерируется черно-белая карта, на которой звезды обозначены кружками. Если вместо этого Вы предпочитаете получить реальное изображение неба, отметьте опцию “Yes” («Да»), и будет воспроизведено изображение из Цифрового обзора неба (Digitized Sky Survey, DSS). Создание карт с использованием этой опции требует больше времени, чем если Вы обходитесь без нее.

WHAT OTHER VARIABLE STARS SHOULD BE MARKED? (КАКИЕ ДРУГИЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ СЛЕДУЕТ ОТМЕТИТЬ?)

Иногда в пределах поля оказывается более одной переменной звезды. Если Вы хотите, чтобы прочие переменные звезды были показаны на карте, выберите опцию “GCVS only” («Только ОКПЗ») или “All” («Все»). Обычно переменные из Общего каталога переменных звезд (ОКПЗ) оказываются более известными. При выборе опции “All” будут также отмечены многочисленные новые переменные звезды, а также звезды, заподозренные в переменности, и поле может оказаться содержащим слишком много пометок.

WOULD YOU LIKE ALL MAGNITUDE LABELS TO HAVE LINES? (ХОТИТЕ ЛИ ВЫ СНАБДИТЬ

ВСЕ ОТМЕТКИ ЗВЕЗДНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ЛИНИЯМИ?)

Выбрав опцию “Yes” («Да»), Вы добьетесь того, что все отметки звездной величины будут соединены линиями с соответствующими звездами.

HOW WOULD YOU LIKE THE OUTPUT? (В КАКОМ ВИДЕ ВОСПРОИЗВЕСТИ РЕЗУЛЬТАТ?) Выберите опцию “Printable” («Для печати»), и Вы получите карту, которую можно распечатать.

WOULD YOU LIKE A BINOCULAR CHART? (НУЖНА ЛИ КАРТА ДЛЯ БИНОКЛЯ?)

При выборе этой опции создаются карты, на которых отмечены только специально отобранные звезды сравнения, которые могут пригодиться при наблюдении звезд Бинокулярной программы AAVSO. Обычно это означает, что около ярких переменных звезд, которые можно наблюдать с биноклем, окажутся помеченными только несколько звезд сравнения ярче 9-й звездной величины. Вы будете точно знать, что находитесь в этом режиме, поскольку карты для бинокля ясно помечены в правом верхнем углу. Когда Вам потребуется вернуться к изготовлению карт для телескопа, не забудьте снять отметку с этого поля.

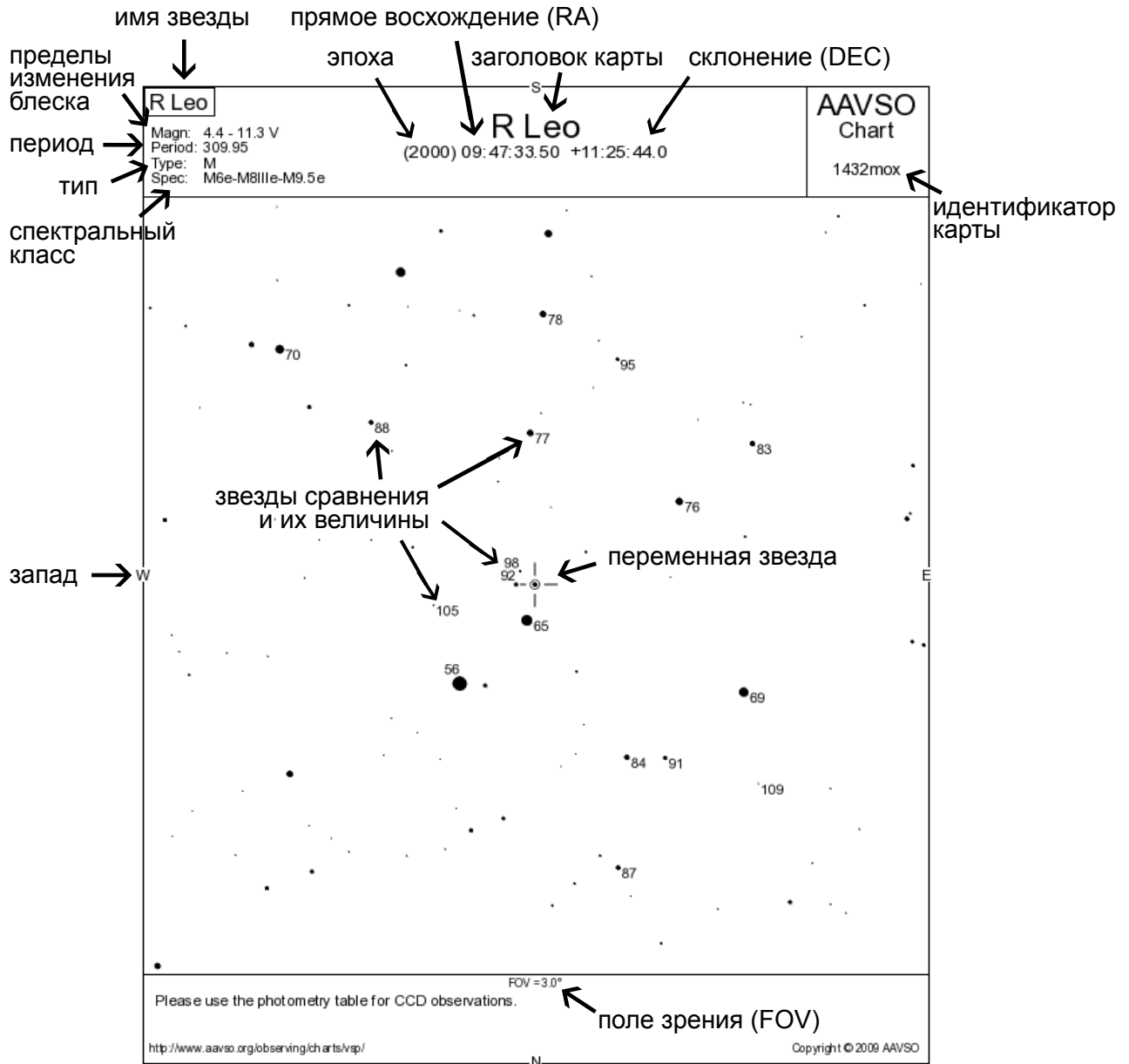
Бинокулярная программа AAVSO

Бинокулярная программа AAVSO состоит из 153 ярких переменных звезд северного и южного полушарий. В основном это полуправильные переменные и звезды типа Миры Кита, с небольшим добавлением других типов. Блеск большинства этих звезд заключен в пределах от 3.0 до 9.5V, их лучше всего наблюдать, пользуясь простым биноклем в руке наблюдателя.

Использование специально разработанных карт для наблюдений с биноклем позволит легче находить звезды и получать оценки их блеска, которые следует передавать в AAVSO обычным образом.

За полным списком звезд бинокулярной программы и дополнительной информацией о специальных картах, пожалуйста, обращайтесь на страницу <https://www.aavso.org/aavso-binocular-program>

Рис. 2.2 – Пример звездной карты AAVSO



Описание карты

Заголовок каждой карты содержит довольно много информации, в том числе идентификатор звезды. Ниже имени переменной звезды находятся: пределы переменности, в звездных величинах; период переменности; тип переменной звезды; спектральный класс звезды. Под идентификатором звезды указаны координаты переменной для эпохи 2000. Прямое восхождение выражено в часах, минутах и секундах, в склонение – в

градусах, минутах и секундах. Дата последнего пересмотра карты указана в ее правом нижнем углу. У нижней кромки карты указано поле зрения (FOV), в градусах или в минутах дуги. Звезды на карте AAVSO нанесены как черные точки на белом фоне. Размер точек, особенно для звезд сравнения, указывает относительный блеск. Разумеется, в телескоп звезды видны как точки.

В верхнем правом углу указан идентификатор карты. Он свой для каждой карты, его следует

указывать в сообщениях о Ваших наблюдениях (см. Главу 7). Пользуясь этим кодом, и Вы, и другие лица могут получить точную копию этой карты (чтобы получить новый экземпляр той же карты, достаточно ввести код идентификатора карты, в данном случае 1432тох, в поле Chart ID и больше ни о чем не заботиться).

Вокруг переменной звезды (переменных звезд) располагаются звезды известной, постоянной величины, именуемые звездами сравнения. Они используются при оценке блеска переменной. Отличить звезды сравнения можно по тому признаку, что с каждой из них связана звездная величина. Эти величины округлены до ближайшей десятой доли звездной величины; десятичная точка опущена, чтобы избежать возможной путаницы с точками, изображающими звезды. Например, звездная величина "6.5" на карте будет воспроизведена как "65". Числа размещаются справа от диска, изображающего звезду, если это возможно; если же нет, диск и число соединены коротким отрезком.

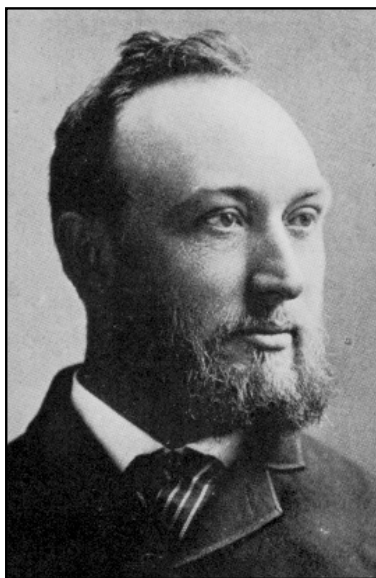
В начале работы советуем выбирать масштаб карты из рекомендованных готовых вариантов. Масштаб, требующийся для Вашей наблюдательной программы, будет зависеть от используемого для наблюдений оборудования. Описание масштабов карт Вы найдете в таблице 2.1.

По мере приобретения опыта у Вас может возникнуть желание подстроить карты под свои нужды. Например, вместо того, чтобы выбрать готовый масштаб, Вы можете пожелать ввести нужное Вам поле зрения (от 1 до 1200 минут дуги). Если Вы хотите наблюдать звезду в очень плотном поле Млечного Пути, Вам может потребоваться изменение предельной звездной величины, чтобы уменьшить плотность звезд на карте. Пользуясь опциями 'North' (север) и 'East' (восток), можно также изменить ориентацию карты.

Примечание. Если Вам не удастся воспользоваться системой VSP из-за ограничений сети интернет, Вы можете получить бумажные копии нужных Вам карт из штаб-квартиры AAVSO по запросу.

Первые карты переменных звезд...

К середине 1890-х годов директор обсерватории Гарвардского колледжа Эдвард Ч. Пикеринг осознал, что для значительно более широкого привлечения любителей к наблюдениям переменных звезд, при обязательном обеспечении качества и согласованности измерений, ключевое значение имеет предоставление стандартных последовательностей звезд сравнения с приписанными им звездными величинами. Благодаря этому измерения переменных звезд превратятся для наблюдателя-новичка в намного более простое дело, чем в случае необходимости применять громоздкий метод степеней (изобретенный Уильямом Гершелем, рекомендованный и усовершенствованный Аргеландером), и можно будет обойтись без трудоемких редукций, необходимых для построения кривой блеска.



Эдвард Ч. Пикеринг

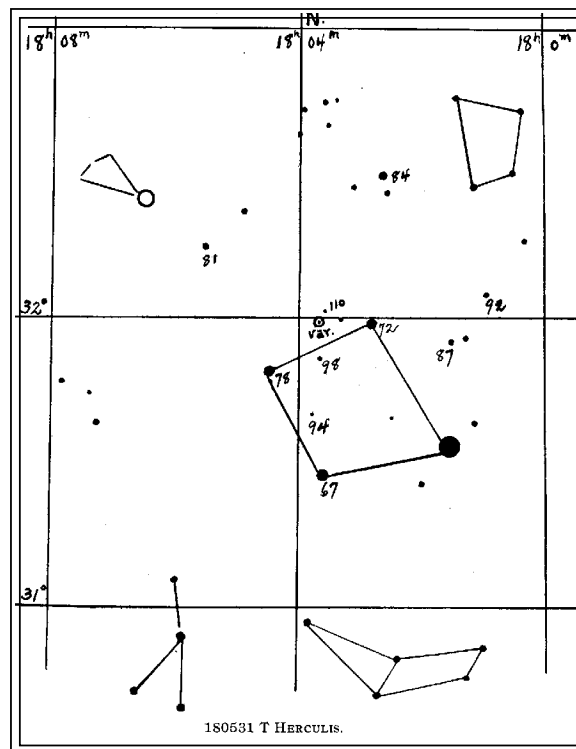
Пикеринг (а затем и другой основатель AAVSO, Уильям Тайлер Олкотт) начали обеспечивать наблюдателей переменных звезд наборами карт, непосредственно на которых были отмечены переменная звезда и относящиеся к ней звезды сравнения. Карты копировались из немецкого звездного атласа Bonner Durchmusterung; звезды сравнения обозначались буквами (а, б и т.д.).

В 1906 г. Пикеринг внес важное изменение в формат карт, непосредственно связанное с тем способом, которым нужно было оценивать переменные звезды. Теперь он указывал фотовизуальные звездные величины последовательности звезд сравнения непосредственно на картах, воспроизводимых фотографически. Наблюдение заключается в том, чтобы просто сравнить переменную с более яркой

и более слабой звездами сравнения и взять для переменной одну из указанных величин звезд сравнения или выполнить интерполяцию. Именно этот метод обычно используют в наши дни.



Уильям Тайлер Олкотт



Одна из ранних карт переменных звезд, составленных Э.Ч. Пикерингом, которую У.Т. Олкотт в 1911 г. использовал в своей статье «Работа любителя с малым телескопом в области исследования переменных звезд» в журнале «Popular Astronomy».

Глава 3 – ПРОЦЕСС НАБЛЮДЕНИЙ

Пошаговая инструкция

1. Найдите поле – Пользуясь атласом или картой неба, посмотрите на небо и отыщите то поле или ту область неба, где находится переменная. Здесь очень поможет знание созвездий. Возьмите карту масштаба А или В и поверните ее так, чтобы она соответствовала виду неба.

2а. Найдите переменную (в искатель/1х) – Глядя на карту 'А' или 'В', подберите яркую «ключевую звезду», расположенную близко к переменной. Теперь посмотрите на небо и попытайтесь отыскать на небе ту же самую звезду. Если Вы не видите ключевую звезду невооруженным глазом, воспользуйтесь трубкой искателя или окуляром с очень маленьким увеличением и широким полем зрения и наведите телескоп как можно ближе к тому положению на небе, где должна находиться ключевая звезда. Не забывайте, что в зависимости от используемого оборудования ориентация звезд, видимая в телескоп, вероятно, будет отличаться от той, которую Вы видели при взгляде на небо невооруженным глазом. Необходимо научиться согласовывать направления на север, восток, юг, запад с Вашим конкретным оборудованием. (Дополнительные разъяснения Вы найдете на страницах 15 и 16). Удостоверьтесь, что Вы отыскиали именно нужную звезду, отождествив рядом с ней более слабые телескопические звезды, показанные на карте.

Теперь медленно продвигайтесь («перепрыгивайте от звезды к звезде») в направлении переменной, отождествляя по пути звездные конфигурации (их еще называют астеризмами). Пока поле не станет Вам хорошо знакомо, потребуется много раз переводить взгляд с карты на небо, затем через искатель и снова на карту, пока Вы не достигнете звездной конфигурации в непосредственной близости от переменной. Не спеша удостоверьтесь, что идентификация верна. Иногда помогает провести на карте линии между звездами в каждой из конфигураций.

2б. Найдите переменную (пользуясь монтировкой GoTo) – Если Ваш телескоп оборудован монтировкой автоматического наведения GoTo, для отыскания полей переменных звезд можно пользоваться именно ею. Перед началом убедитесь, что телескоп ориентирован правильно. Вводя положение переменной, следует пользоваться координатами равноденствия 2000, указанными в верхней части карты.

Не забывайте, что, быть может, переменную Вы сразу не увидите. Хотя она, возможно, и находится в поле зрения, все же необходимо отождествить звезды в непосредственной близости от переменной для окончательного подтверждения. Нередко окажется удобным пошарить по полю в поисках яркой ключевой звезды или астеризма, которые Вы потом отыщете на карте. После этого можно двигаться к переменной («перепрыгивая от звезды к звезде»).

3. Найдите звезды сравнения – Когда Вы убедитесь, что правильно идентифицировали переменную, можно перейти к оценке ее блеска путем сравнения с другими звездами постоянного, известного блеска. Как правило, эти звезды сравнения (“comparison”, или “comp”) находятся на карте рядом с переменной. Разыщите их в телескоп, снова очень старательно убеждаясь в правильности отождествления.

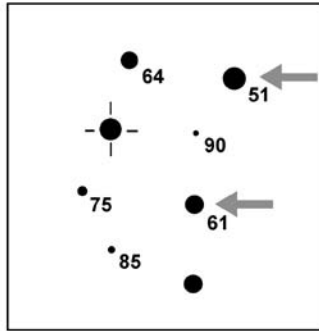
4. Оцените блеск – Чтобы оценить звездную величину переменной звезды, определите, какая звезда или какие звезды сравнения (comp) ближе всего по блеску к переменной. За исключением случаев, когда у переменной в точности такой же блеск, как у одной из звезд сравнения, придется интерполировать между звездой, которая ярче самой переменной, и звездой, которая слабее нее. Понять эту процедуру поможет упражнение по интерполяции на рис. 3.1 (стр. 14).

Рисунок 3.1 – Упражнения по интерполяции

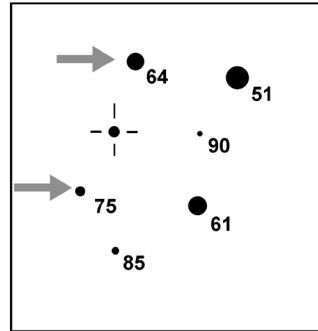
Ниже приводятся несколько примеров, показывающих, как нужно проводить интерполяцию между звездами сравнения для определения звездной величины переменной. Не забывайте, что в реальном мире все звезды выглядят как светящиеся точки, а не как диски различного размера. В каждом примере звезды, используемые при интерполяции, отмечены стрелками.

Чтобы больше узнать об интерполяции, попробуйте воспользоваться «симулятором телескопа» (“Telescope Simulator”) – динамической презентацией того, как следует оценивать блеск переменной звезды, доступ к которой предоставляет сайт AAVSO по адресу <https://www.aavso.org/online-resources>.

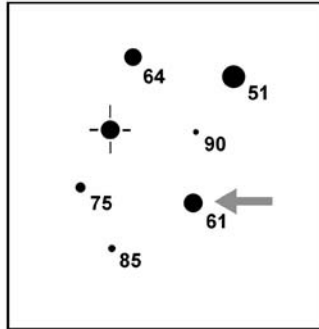
Величина 5.2



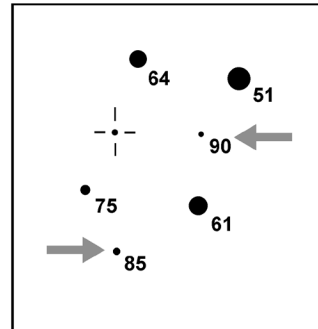
Величина 7.1



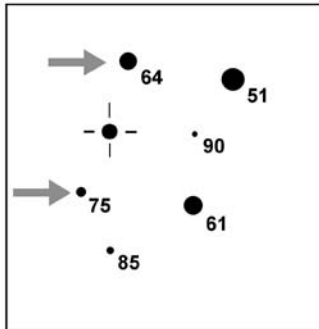
Величина 6.1



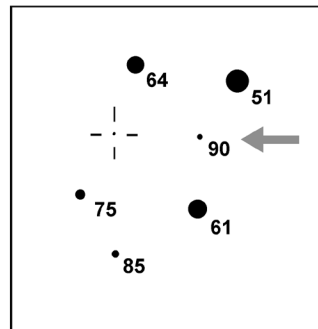
Величина 8.9



Величина 6.5



Величина < 9.0
(«слабее, чем» 9.0)



5. Запишите Ваши наблюдения – Как можно скорее после каждого наблюдения следует записать в журнал следующую информацию:

- идентификатор звезды для переменной (за дополнительной информацией по этому вопросу обращайтесь к страницам 22–24)
- дату и время наблюдения
- оценку звездной величины для переменной
- величины звезд сравнения, использованные в этой оценке
- идентификатор использованной карты
- примечания, относящиеся к любым условиям, которые могли повлиять на видимость (например, облака, дымка, свет Луны и

6. Подготовьте отчет – Для отчетов о наблюдениях существует совершенно четкий формат; для передачи отчетов в штаб-квартиру AAVSO имеются предпочтительные средства. Указания, относящиеся к отчетам о наблюдениях, будут детально описаны в Главе 7 настоящего Руководства.

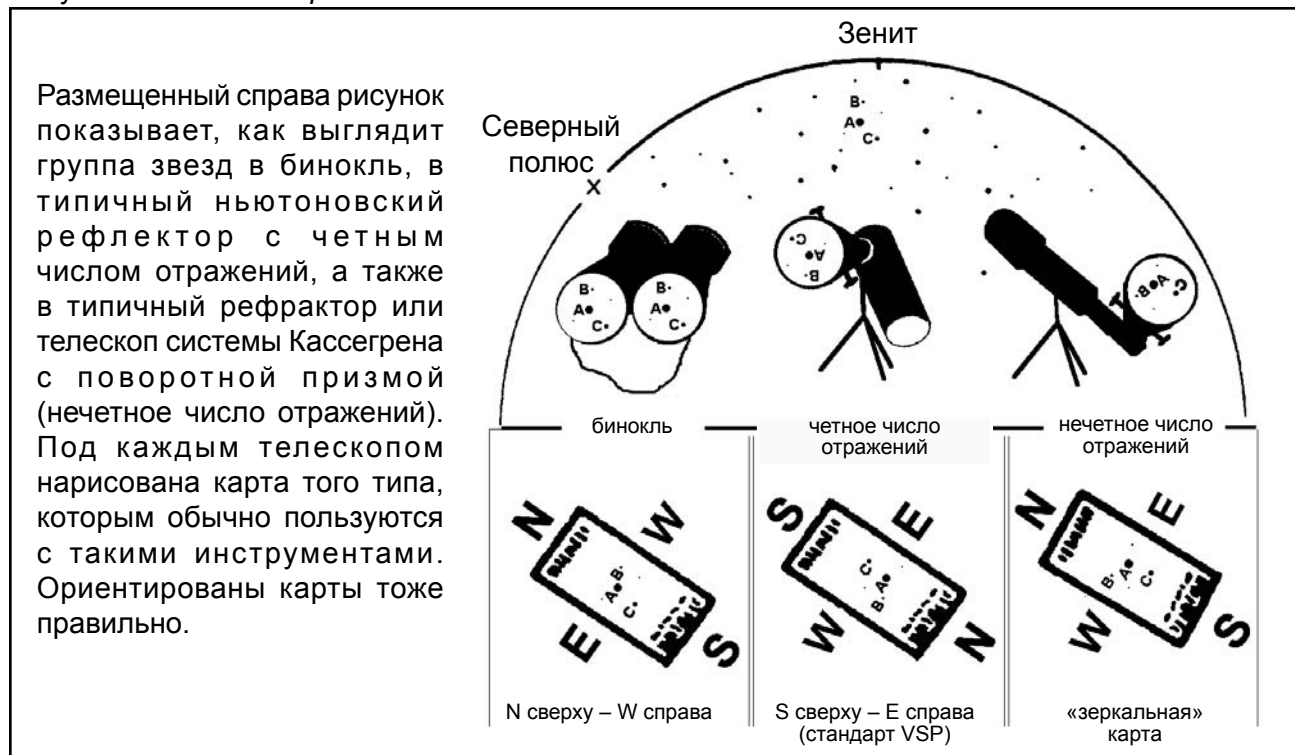
Дополнительные советы наблюдателю

Поле зрения

Начинающим наблюдателям следует определить приближенные размеры поля зрения их телескопов при использовании разных окуляров. (См. также стр. 4.) Наведите телескоп на какую-нибудь область вблизи небесного экватора и дайте, при неподвижном инструменте, яркой звезде пройти по полю зрения. Около экватора звезда движется со скоростью один градус за четыре минуты. Если, например, звезде требуется две минуты, чтобы пересечь поле зрения от края до края, значит, диаметр поля зрения составляет половину градуса.

При известном поле зрения инструмента на карте можно нарисовать окружность нужного диаметра, с переменной звездой в центре, что облегчит отождествление нового поля. Другой вариант – воспроизвести поле зрения на карте, воспользовавшись куском картона или пластика с вырезанной дырой нужного размера или же сделать проволочное кольцо, которое можно положить на карту, и т.п.

Рисунок 3.2 – Типы карт



Ориентация карт

Независимо от типа карт, которыми Вы пользуетесь, положение переменной относительно горизонта меняется из-за вращения Земли, и карту следует держать, руководствуясь следующими правилами.

1. Встаньте лицом в ту сторону, где расстояние от переменной до горизонта меньше всего.
2. Поднимите карту над головой рядом с переменной звездой.

3. В случае обычной карты (S сверху – E справа) поверните ее так, чтобы юг (S) был обращен к Полярной звезде. (В южном полушарии следует повернуть север, N, к южному полюсу мира.) Если используется карта, приготовленная для бинокля, или «зеркальная» карта, поверните север к Полярной звезде.

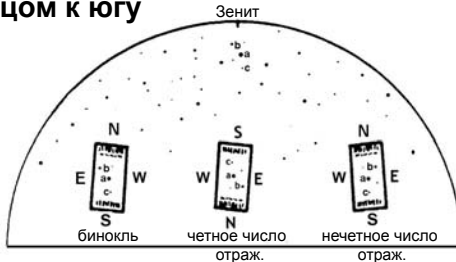
4. Опустите карту на уровень, удобный для работы, не меняя ее ориентации.

Северное полушарие

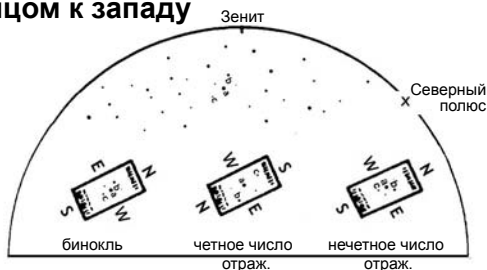
Лицом к востоку



Лицом к югу



Лицом к западу



Лицом к северу – Карту следует держать перевернутой, если переменная выше Северного полюса мира (Полярной).

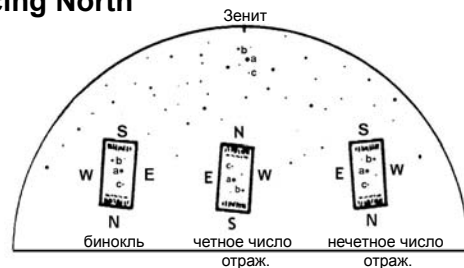


Южное полушарие

Лицом к западу



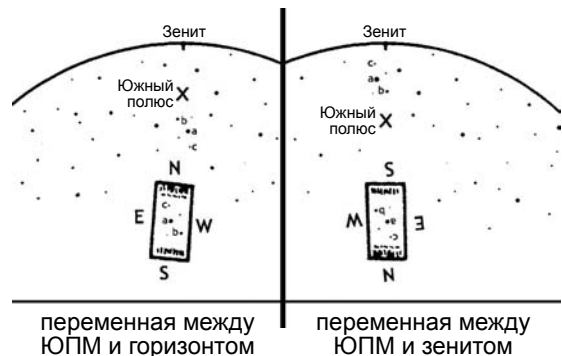
Facing North



Лицом к востоку



Лицом к югу – Карту следует держать перевернутой, если переменная выше Южного полюса мира (ЮПМ).



Ориентация карт

Чтобы успешно пользоваться картами, нужно научиться правильно устанавливать ориентацию N–S и E–W при изготовлении карт и правильно ориентировать карты относительно неба.

Если, например, Вы наблюдаете с биноклем или невооруженным глазом, карту следует напечатать так, чтобы север был сверху, а запад – справа. С другой стороны, при использовании телескопа-рефлектора с четным числом отражений (в результате чего видимое поле перевернуто) лучше сделать карту, у которой юг сверху, а восток – справа. Для рефракторов и телескопов системы Шмидта–Кассегрена часто применяют отклоняющую призму (диагональное зеркало), в результате чего получается нечетное число отражений. Тогда получится изображение с правильной стороной наверху, у которого, однако, восток и запад поменялись местами (то есть зеркальное изображение). В таком случае удобнее пользоваться отраженными картами AAVSO, у которых север находится сверху, а восток – справа. На рисунке 3.2 (см. ниже) показаны различные способы изготовления карт и то, как их следует размещать по отношению к небу.

Шкала звездных величин

На первый взгляд шкала звездных величин может показаться странной: чем больше число, тем слабее звезда. Средний предел видимости невооруженным глазом при очень хороших условиях – это 6-я величина. Такие звезды, как Антарес, Спика и Поллукс, имеют 1-ю величину, а Арктур и Вега – звезды 0-й величины. У очень яркой звезды Канопус –1-я (минус первая) величина, а у самой яркой звезды на небе, Сириуса, звездная величина составляет –1.5.

На картах AAVSO звезды сравнения обозначены числами, указывающими их звездные величины с точностью до десятых долей. Десятичные точки не используются, чтобы не перепутать их с точками, обозначающими звезды. Так, 84 и 90 – это две звезды с величинами соответственно 8.4 и 9.0.

Измерения блеска звезд

– Выдержка из учебника по астрономии
переменных звезд AAVSO

Корни метода, которым мы сегодня пользуемся, сравнивая видимый блеск звезд, уходят в античность. Заслугу изобретения системы, позволяющей классифицировать звезды по блеску, обычно приписывают Гиппарху, греческому астроному, жившему во втором веке до н.э. Он называл самую яркую звезду каждого созвездия звездой «первой величины». В 140 г. н.э. Птолемей усовершенствовал систему Гиппарха и стал, сравнивая блеск звезд, пользоваться шкалой от 1 до 6, причем 1-я величина соответствовала самым ярким, а 6-я – самым слабым звездам.

В середине 1800-х гг. астрономы подвели под это правило численную основу и модифицировали старую греческую систему. Наблюдения показали, что звезды 1-й величины в 100 раз ярче, чем звезды 6-й величины. Было также рассчитано, что для глаза человека различие блеска примерно в $2\frac{1}{2}$ раза воспринимается как изменение на 1 величину, так что различие на 5 величин означает разницу в 2.5^5 (или 100) раз. Поэтому было принято определение, по которому разница в 5 величин в точности соответствует фактору 100 в видимом блеске.

Следовательно, одна величина соответствует корню 5-й степени из 100, или приблизительно 2.5; таким образом, видимый блеск двух объектов можно сравнить, вычтя звездную величину более яркого из них из звездной величины более слабого и возведя 2.5 в степень, соответствующую этой разности. Например, разница в блеске между Венерой и Сириусом составляет примерно 3 величины. Значит, человеческий глаз видит Венеру в 2.5^3 (или около 15) раз более яркой, чем Сириус. Иными словами, чтобы сравняться с блеском Венеры, в одном месте на небе пришлось бы собрать 15 звезд с блеском Сириуса.

В этой шкале некоторые очень яркие объекты имеют отрицательные звездные величины, в то время как самые мощные телескопы (например, Космический телескоп им. Хаббла) могут «видеть» объекты примерно до +30 звездной величины.

Звездные величины избранных объектов:

Солнце	-26.7	Сириус	-1.5
Полная Луна	-12.5	Вега	0.0
Венера (макс.)	-4.6	Полярная звезда	2.0

Величины звезд сравнения, указанные на картах AAVSO, измерены очень тщательно с использованием специальных приборов (фотоэлектрических и ПЗС-фотометров); при оценке блеска переменной их можно рассматривать как эталонную шкалу. Важно, чтобы наблюдатель фиксировал, какими звездами сравнения он пользовался, оценивая блеск переменной.

На самом деле шкала звездных величин – логарифмическая, и если одна звезда «вдвое слабее», чем другая, ей не будет соответствовать просто вдвое большее значение величины. (Более подробное объяснение Вы найдете во врезке справа, Измерения блеска звезд.) По этой причине наблюдателям всегда следует остерегаться использовать звезды сравнения, очень сильно отличающиеся по блеску, оценивая переменную звезду – отличие не должно превышать 0.5 или 0.6 звездной величины.

Предельная величина

Следует рекомендовать использовать при наблюдениях оптические средства, как раз достаточные для уверенной видимости переменной звезды. В общем, если переменная ярче 5-й величины, лучше всего пользоваться невооруженным глазом; при звездной величине между 5-й и 7-й рекомендуем искатель или хороший бинокль; если переменная слабее 7-й величины, следует использовать сильный бинокль либо телескоп с диаметром объектива 3 дюйма или больше, в зависимости от звездной величины переменной.

Оценки блеска выполнять легче, и они получаются более точными, если звезда на 2–4 величины ярче предела инструмента.

Таблица 3.1 предоставляет ориентировочную справку о предельной звездной величине в зависимости от телескопа/инструмента. То, что действительно окажется доступным для наблюдений с Вашим оборудованием, может совсем не совпасть с этими сведениями из-за меняющихся условий видимости и различий в качестве телескопа. Возможно, Вы решите составить свою таблицу предельных величин,

Таблица 3.1 – *Типичные предельные величины*

		Глаз	Бинокль	15 см	25 см	40 см
Город	Сред.	3.2	6.0	10.5	12.0	13.0
	Лучш.	4.0	7.2	11.3	13.2	14.3
Полутем. небо	Сред.	4.8	8.0	12.0	13.5	14.5
	Лучш.	5.5	9.9	12.9	14.3	15.4
Оч. тем. небо	Сред.	6.2	10.6	12.5	14.7	15.6
	Лучш.	6.7	11.2	13.4	15.6	16.5

воспользовавшись звездным атласом или картой легкой для отыскания переменной звезды с указанными на ней звездными величинами. Не теряйте время, занимаясь более слабыми звездами, чем предельная величина Вашего телескопа – результат хорошим не окажется.

Если около переменной находится слабая соседняя звезда, внимательно удостоверьтесь, что Вы не путаете эти две звезды друг с другом. Если переменная близка к пределу видимости и остаются некоторые сомнения, верно ли Вы ее отождествили, укажите это обстоятельство в своем отчете.

Идентификация переменной

Не забывайте, что на момент поиска переменной звезды она может оказаться для Вашего телескопа видимой или невидимой, в зависимости от того, близка ли она к максимуму или минимуму блеска или же блеск оказался где-то между максимумом и минимумом.

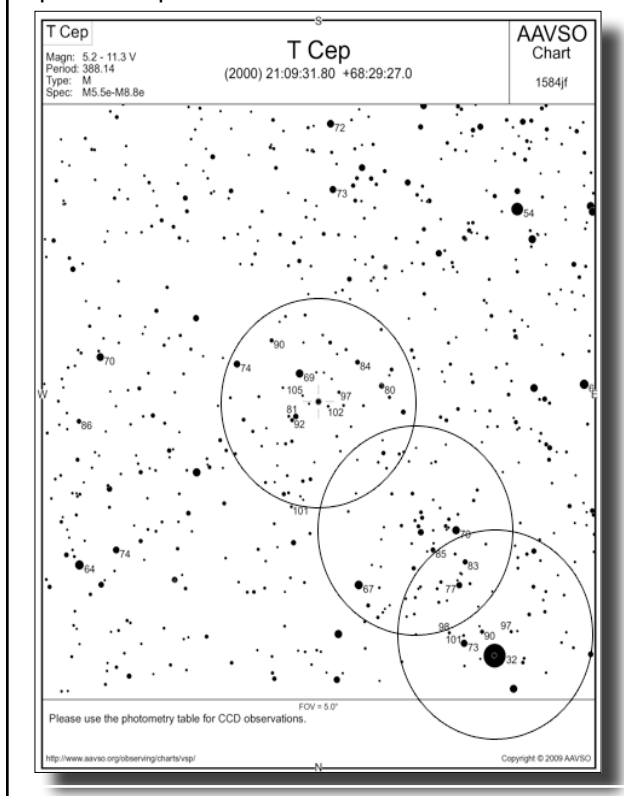
Если Вы считаете, что нашли переменную, очень тщательно сравните область вокруг нее с картой. Если в поле есть какие-то звезды, которые, похоже, противоречат карте по своему блеску или положению, то, может быть, Вы смотрите не на ту звезду. Попробуйте отождествиться еще раз.

Если переменная – слабая звезда или если она находится в поле с очень высокой звездной плотностью, Вам потребуется более сильный окуляр. Кроме того, вероятно,

потребуется использовать карты типа `D` или `E`, чтобы добиться уверенной идентификации переменной. Наблюдая, расслабьтесь. Не теряйте время на те переменные, которые Вы не можете найти. Затратив разумные усилия и не сумев найти переменную звезду, запишите это и перейдите к следующей переменной. Закончив сеанс наблюдений, повторно рассмотрите атлас и карты и попытайтесь понять, почему не удалось найти переменную. Когда Вы будете наблюдать в следующий раз, сделайте новую попытку!

Рисунок 3.3 – *Перепрыгивая от звезды к звезде*

Приведенная ниже карта иллюстрирует типичный переход от яркой звезды, Беты Цефея, к переменной звезде Т Цефея. Обратите внимание, что на карту дополнительно нанесено поле зрения телескопа наблюдателя и что для нахождения пути от Беты к Т Цефею используется яркий астеризм.



Подбор звезд сравнения

Чтобы сделать оценку, нужно использовать не меньше двух звезд сравнения, а если получится, и больше. Если разница блеска между звездами сравнения очень велика,

скажем, 0.5 величины или больше, будьте предельно внимательны, сравнивая интервал блеска между более яркой звездой сравнения и переменной с интервалом между переменной и более слабой звездой сравнения.



Крис Стефан (SET) сверяется с атласом.

Оценка блеска переменной

Записывайте именно то, что видите, не обращая внимания на кажущиеся несоответствия в наблюдениях. Каждый сеанс наблюдений нужно начинать с чистой головой; не допускайте искажения оценки из-за Ваших более ранних оценок или в связи с тем, какого поведения Вы ОЖИДАЕТЕ от звезды.

Размышляя над оценкой, пожалуйста, не забывайте о следующих трех обстоятельствах.

Расположение в поле зрения

Нужно подчеркнуть, что все наблюдения следует выполнять поближе к середине поля зрения инструмента. Большинство телескопов не обеспечивают 100% освещения поля всех окуляров, и искажения изображений увеличиваются к краям поля зрения.

Если переменная звезда и звезда сравнения близки друг к другу, их следует разместить на одинаковом расстоянии от центра поля зрения. Если расстояние между ними велико, их нужно рассматривать не одновременно, а по очереди, помещая каждую из них в центр поля. Прежде чем удастся сделать оценку, может потребоваться неоднократное перемещение телескопа туда-сюда между двумя звездами.

Позиционный угол

Переводя взгляд от переменной к звезде сравнения и обратно, важно не забывать подвинуть голову или повернуть выпрямляющую призму (если она используется) так, чтобы воображаемая линия, соединяющая две звезды, была параллельна линии, соединяющей оба Ваших глаза. Если этого не делать, возникает «ошибка позиционного угла», которая может внести искажение в окончательную оценку, достигающее половины звездной величины.

Эффект Пуркинье

При наблюдениях переменных явно красного цвета их рекомендуется оценивать так называемым методом «быстрого взгляда», а не путем продолжительного рассматривания. Из-за эффекта Пуркинье красные звезды могут сильнее возбуждать сетчатку глаза, если их разглядывать в течение продолжительного интервала времени; в соответствии с этим красные звезды могут показаться слишком яркими по сравнению с голубыми звездами, в результате чего вносится искажение в их относительные величины.

Другой прием, настоятельно рекомендуемый для оценок блеска красных звезд, называется внефокальным методом. При его применении окуляр надо настолько вывести из фокуса, чтобы звезды стали видны как бесцветные диски. Это позволяет избежать систематической ошибки, обусловленной эффектом Пуркинье. Если цвет переменной различим, даже когда звезды выведены из фокуса, может потребоваться перейти на меньший телескоп или перекрыть часть объектива.

Слабые звезды

Работая со слабыми звездами, можно попытаться выполнить оценку, используя краевое зрение. Для этого нужно разместить переменную и звезды сравнения в центре поля зрения, а взгляд сосредоточить на краю, так что окажется задействованным периферическое зрение. Объяснение, почему такой прием помогает, приведено на стр. 23-24.

Если переменная не видна по причине крайне слабого блеска, дымки или засветки Луной, отметьте самую слабую звезду сравнения, видимую в данной области. Если у нее, скажем, звездная величина 11.5, запишите наблюдение как <11.5 , имея в виду, что переменная была невидима: слабее, чем звездная величина 11.5. Скобка с углом, направленным влево, означает «слабее, чем».

Ведение записей

Для записей наблюдений следует использовать журнал с несъемным переплетом (вроде бухгалтерской книги). Всегда содержите журналы с исходными записями в сохранности. Любые изменения в записях или результаты обработки следует вносить чернилами другого цвета и сопровождать датами. Возможно использование еще одного журнала, в том числе с листами, которые можно вынимать, для ведения записей об итогах месяцев, хранения отправленных отчетов, призывов к наблюдениям и прочей информации. Записи в компьютере следует сохранять и архивировать, чтобы к ним в дальнейшем можно было обращаться.

Записи наблюдений должны указывать также отвлекающие факторы, такие как присутствие других лиц, световые помехи, шум и все прочее, что могло воздействовать на степень концентрации внимания.

Если Ваша оценка звездной величины почему-либо вызывает сомнения, отметьте это в записи, указав причины сомнения.

Важно вести записи таким образом, чтобы на наблюдателя не оказывало воздействия знание той величины, которая была у переменной во время прошлых наблюдений. Наблюдатель должен всячески стремиться к независимости оценок друг от друга и не обращаться к прежним наблюдениям.

В заголовке каждой страницы журнала наблюдений запишите юлианскую дату (что это такое, объяснено в Главе 5) и день недели, а также год, месяц и дату наблюдения. Целесообразно использовать записи в виде двойной даты, чтобы не запутаться в

наблюдениях, выполненных после полуночи.
 Пример: JD 2455388, сб.-вс., 10–11 июля 2010.
 В случае ошибки в одном из элементов даты,
 остальные помогут разобраться, какая дата
 верна.

Если Вы используете для наблюдений более
 одного инструмента, отметьте для каждого
 наблюдения, с каким именно инструментом
 оно выполнено.

Фрагмент журнала наблюдений Джина Хансона (HSG)

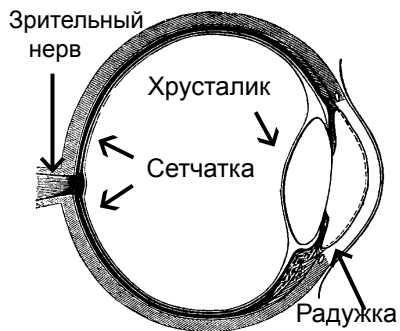
DATE: 03/04-05/99 INST: 6 cm refr.
 JD: 2451242 COND: Clear, Windy

VAR	DESIGN	TIME	MAGN	COMP	CHART	CODE	REMARKS
ZUMA	1151158	8 01A	8.1	79, 84	1756aa	W	

Свет звезды в Ваших глазах

– Выдержка из учебника по астрономии переменных звезд AAVSO

Глаз человека напоминает фотоаппарат. Глаз оснащен встроенными устройствами для очистки и смазки, экспонометром, автоматическим видеоискателем и пополняемым запасом пленки. Свет от объекта попадает на роговицу – прозрачное покрытие поверхности глаза, а затем проходит через прозрачную линзу (хрусталик), удерживаемую в правильном положении ресничными мышцами. Подобно затвору фотоаппарата, радужная оболочка перед линзой открывается или закрывается, регулируя количество света, проникающего в глаз, путем непроизвольного сокращения или расширения зрачка. С возрастом радужная оболочка постепенно сокращается в размерах; у детей и молодежи зрачок может расширяться до размера в 7 или 8 мм, а то и больше, но нет ничего необычного, если к 50 годам максимальный размер зрачка уменьшается до 5 мм, резко уменьшая возможности глаза по собиранию света. Совместное действие роговицы и хрусталика подобно линзе переменного фокусного расстояния, фокусирующей свет от объекта, так что на задней поверхности глаза, называемой сетчаткой, строится действительное изображение. Из-за сокращения размера зрачка с возрастом на сетчатку 60-летнего человека приходит втрое меньше света, чем на сетчатку 30-летнего.



Сетчатка работает подобно пленке в фотоаппарате. В ней содержится около 130 миллионов светочувствительных клеток, именуемых колбочками и палочками. Поглощаемый такими клетками свет инициирует фотохимические реакции, возбуждающие электрические импульсы в нервах, подходящих к колбочкам и палочкам. Сигналы от отдельных колбочек и палочек объединяет сложная сеть нервных клеток, которая передает их из глаза в мозг по зрительному нерву. Что именно мы увидим, определяется тем, какие именно колбочки и палочки возбуждены поглощенным светом и тем, как именно мозг объединяет и интерпретирует электрические сигналы от различных колбочек и палочек. Наши глаза все время «думают» о том, какую информацию переслать дальше, а какую проигнорировать.

Колбочки сконцентрированы на одном участке сетчатки, именуемом центральной ямкой. Ее диаметр – около 0.3 мм, там находится 10000 колбочек, а палочек совсем нет. У каждой колбочки на этом

участке есть свое нервное волокно, проходящее в мозг вдоль зрительного нерва. Благодаря огромному количеству нервов, выходящих из этой маленькой площадки, центральная ямка – участок сетчатки с самыми благоприятными свойствами для разрешения мелких деталей яркого объекта. Помимо того, что они обеспечивают этому участку высокую остроту зрения, колбочки центральной ямки и других участков сетчатки отвечают за различение различных цветов приходящего света. Способность «видеть» цвет звезд сильно понижена из-за того, что интенсивность цвета недостаточна для возбуждения колбочек. Есть еще одна причина: с возрастом пропускание линзы падает, а непрозрачность возрастает. Хрусталики младенцев очень прозрачны, пропуская свет даже со столь короткой длиной волны глубокого фиолетового цвета, как 3500 ангстрем.

За пределами центральной ямки концентрация колбочек уменьшается. В этих периферических участках преобладают палочки. Их плотность в сетчатке примерно такая же, как у колбочек на участке центральной ямки. Однако световые сигналы примерно от 100 соседних палочек сводятся воедино в одну нервную клетку, ведущую к мозгу. Такое объединение сигналов от палочек

ухудшает нашу способность видеть мелкие детали объекта, но помогает разглядеть слабо освещенные предметы благодаря тому, что большое количество слабых сигналов объединяется, создавая более сильный сигнал. По этой причине блеск слабой переменной звезды легче оценить, если смотреть не прямо на звезду, а в сторону от нее.

Здоровый глаз может фокусироваться на предметах, расположенных на любых расстояниях примерно от 8 см до бесконечности. Способность фокусировки на объектах на различном расстоянии называется аккомодацией. В отличие от фотоаппарата, где используется линза с фиксированным фокусным расстоянием, но для учета различных расстояний до предметов изменяется расстояние от линзы до изображения, у глаза расстояние до изображения постоянно, примерно 2.1 см (расстояние от радужки и хрусталика до сетчатки), но используется система с переменным фокусным расстоянием линзы. Когда глаз направлен на далекие объекты, мышца

ресничного тела, присоединенная к хрусталику, расслабляется, и кривизна хрусталика уменьшается. Уменьшение кривизны означает увеличение фокусного расстояния, позволяющее сфокусировать изображение на сетчатке. Если хрусталик останется уплощенным, а предмет приблизится к хрусталику, изображение сдвинется назад и окажется позади сетчатки, так что на сетчатке окажется смазанное пятно света. Чтобы избежать этого, ресничные мышцы сокращаются, увеличивая кривизну хрусталика и уменьшая его фокусное расстояние. При уменьшившемся фокусном расстоянии изображение сдвинется вперед, и на сетчатке вновь окажется резкое, сфокусированное изображение. Когда после многочасового чтения глаза устают, причина в том, что ресничные мышцы были в напряжении, удерживая кривизну хрусталиков глаз.

Для глаза самая далекая точка – это наибольшее расстояние до предмета, на котором может сфокусироваться пребывающий в покое глаз. Самая близкая точка для глаза – это наименьшее расстояние до предмета, на котором может сфокусироваться напряженный глаз. Дальняя точка для нормального глаза – это практически бесконечность (мы можем сфокусировать глаз на Луне или далеких звездах), а ближняя точка находится на расстоянии около 8 см. Наша настраиваемая «линза-трансфокатор» меняется с возрастом; минимальное фокусное расстояние увеличивается, и становится трудно сфокусироваться даже на объектах, удаленных сантиметров на 40, так что становится трудно рассмотреть карту или снять показания прибора. Стареющий глаз постепенно меняет наше восприятие Вселенной.

Глава 4 – О ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗДАХ

Имена переменных звезд

Имя переменной звезды обычно состоит из одной или двух заглавных латинских букв (или одной греческой буквы), за которыми следует трехбуквенное сокращение названия созвездия. Есть и переменные с такими именами, как V746 Oph или V1668 Cyg. Это звезды из созвездий, в которых исчерпаны все двухбуквенные комбинации (то есть V746 Oph – это 746-я переменная звезда, открытая в созвездии Змееносца). Более подробное объяснение имен переменных звезд Вы найдете во врезке справа.

примеры: SS Cyg
 Z Cam
 alf Ori
 V2134 Sgr

В таблице 4.1 (стр. 26) перечислены все официальные сокращения названий созвездий.

Бывают также имена звезд некоторых особых видов. К примеру, иногда звездам дают временные имена, которыми пользуются до тех пор, пока редакторы Общего каталога переменных звезд (ОКПЗ) не присвоят звезде постоянное имя. Приведем пример: N Cyg 1998 – это Новая в созвездии Лебедя, открытая в 1998 г. Другой возможный случай – звезда, у которой переменность заподозрена, но не подтверждена. Таким звездам дают имена вроде NSV 251 или КЗП 3335 (CSV 3335). Первая часть такого имени обозначает каталог, в который включена звезда, а вторая – номер звезды в этом каталоге.

В последние годы открыто много новых переменных звезд благодаря большим фотометрическим обзорам, анализу опубликованных данных и другими способами. Возможно, когда-нибудь им будут присвоены имена ОКПЗ, но на них можно ссылаться и по обозначениям, которые они имеют в каталогах соответствующих обзоров. В Приложении 4 настоящего руководства перечислены многие такие каталоги и указана правильная запись их обозначений.

Правила обозначения переменных звезд

Имена переменных звезд, публикуемые в Общем каталоге переменных звезд (ОКПЗ), назначает коллектив из Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга в Москве. Обозначения присваиваются в порядке открытия переменных звезд в каждом созвездии. Если переменность обнаруживают у звезды, имеющей обозначение греческой буквой, ее продолжают называть этим именем. В остальных случаях первой звезде созвездия присваивают букву R, второй – букву S и так далее, до буквы Z. Следующую звезду обозначают RR, затем RS и так далее, до RZ; от SS до SZ и так далее, до ZZ. Затем обозначения переходят в начало алфавита: AA, AB и так далее, до QZ. Эта система (буква J из нее исключена) обеспечивает 334 имени. Однако в некоторых созвездиях Млечного Пути так много переменных, что появляется необходимость в дополнительных именах. После QZ переменные получают имена V335, V336 и так далее. Затем к буквенным обозначениям звезд добавляют латинское название созвездия в родительном падеже, как указано в Таблице 4.1. Во всех случаях, кроме наиболее формальных, в том числе в отчетах, направляемых Вами в AAVSO, следует пользоваться трехбуквенными сокращениями.

Начало этой системе обозначений было положено в середине XIX века Фридрихом Аргеландером. Он начал ее с заглавной буквы R по двум причинам: строчные буквы и буквы начала алфавита уже присвоили другим объектам, а заглавные буквы ближе к концу алфавита в основном оставались неиспользованными. Кроме того, Аргеландер полагал, что звездная переменность – явление редкое, так что ни в одном созвездии не откроют больше 9 переменных (что заведомо неверно!).

В Интернете ОКПЗ доступен по адресу <http://www.sai.msu.su/gcvs/index.htm>.

Таблица 4.1 – Полные и сокращенные названия созвездий

Приводимый ниже список содержит утвержденные Международным астрономическим союзом названия созвездий. Для каждого созвездия указаны латинское название в именительном и родительном падежах и его утвержденное трехбуквенное сокращение. Русские названия созвездий добавлены переводчиком.

Именит.	Родит.	Сокр.	Рус.
Andromeda	Andromedae	And	Андромеда
Antlia	Antliae	Ant	Насос
Apus	Apodis	Aps	Райская Птица
Aquarius	Aquarii	Aqr	Водолей
Aquila	Aquilae	Aql	Орел
Ara	Arae	Ara	Жертвенник
Aries	Arietis	Ari	Овен
Auriga	Aurigae	Aur	Возничий
Bootes	Bootis	Boo	Волопас
Caelum	Caeli	Cae	Резец
Camelopardalis	Camelopardalis	Cam	Жираф
Cancer	Cancri	Cnc	Рак
Canes Venatici	Canum Venaticorum	CVn	Гончие Псы
Canis Major	Canis Majoris	CMa	Большой Пес
Canis Minor	Canis Minoris	CMi	Малый Пес
Capricornus	Capricorni	Cap	Козерог
Carina	Carinae	Car	Киль
Cassiopeia	Cassiopeiae	Cas	Кассиопея
Centaurus	Centauri	Cen	Кентавр
Cepheus	Cephei	Cep	Цефей
Cetus	Ceti	Cet	Кит
Chamaeleon	Chamaeleontis	Cha	Хамелеон
Circinus	Circini	Cir	Циркуль
Columba	Columbae	Col	Голубь
Coma Berenices	Comae Berenices	Com	Волосы Вероники
Corona Austrina	Coronae Austrinae	CrA	Южная Корона
Corona Borealis	Coronae Borealis	CrB	Северная Корона
Corvus	Corvi	Crv	Ворон
Crater	Crateris	Crt	Чаша
Cruх	Crucis	Cru	Южный Крест
Cygnus	Cygni	Cyg	Лебедь
Delphinus	Delphini	Del	Дельфин
Dorado	Doradus	Dor	Золотая Рыба
Draco	Draconis	Dra	Дракон
Equuleus	Equulei	Equ	Малый Конь
Eridanus	Eridani	Eri	Эридан
Fornax	Fornacis	For	Печь
Gemini	Geminorum	Gem	Близнецы
Grus	Gruis	Gru	Журавль
Hercules	Herculis	Her	Геркулес
Horologium	Horologii	Hor	Часы
Hydra	Hydrae	Hya	Гидра
Hydrus	Hydri	Hyi	Южная Гидра
Indus	Indi	Ind	Индеец

<i>Именит.</i>	<i>Родит.</i>	<i>Сокр.</i>	<i>Рус.</i>
Lacerta	Lacertae	Lac	Ящерица
Leo	Leonis	Leo	Лев
Leo Minor	Leonis Minoris	LMi	Малый Лев
Lepus	Leporis	Lep	Заяц
Libra	Librae	Lib	Весы
Lupus	Lupi	Lup	Волк
Lynx	Lyncis	Lyn	Рысь
Lyra	Lyrae	Lyr	Ли́ра
Mensa	Mensae	Men	Столовая Гора
Microscopium	Microscopii	Mic	Микроскоп
Monoceros	Monocerotis	Mon	Единорог
Musca	Muscae	Mus	Муха
Norma	Normae	Nor	Наугольник
Octans	Octantis	Oct	Октант
Ophiuchus	Ophiuchi	Oph	Змееносец
Orion	Orionis	Ori	Орион
Pavo	Pavonis	Pav	Павлин
Pegasus	Pegasi	Peg	Пегас
Perseus	Persei	Per	Персей
Phoenix	Phoenicis	Phe	Феникс
Pictor	Pictoris	Pic	Живописец
Pisces	Piscium	Psc	Рыбы
Piscis Austrinus	Piscis Austrini	PsA	Южная Рыба
Puppis	Puppis	Pup	Корма
Pyxis	Pyxidis	Pyx	Компас
Reticulum	Reticuli	Ret	Сетка
Sagitta	Sagittae	Sge	Стрела
Sagittarius	Sagittarii	Sgr	Стрелец
Scorpius	Scorpii	Sco	Скорпион
Sculptor	Sculptoris	Scl	Скульптор
Scutum	Scuti	Sct	Щит
Serpens	Serpentis	Ser	Змея
Sextans	Sextantis	Sex	Секстант
Taurus	Tauri	Tau	Телец
Telescopium	Telescopii	Tel	Телескоп
Triangulum	Trianguli	Tri	Треугольник
Triangulum Australe	Trianguli Australis	TrA	Южный Треугольник
Tucana	Tucanae	Tuc	Тукан
Ursa Major	Ursae Majoris	UMa	Большая Медведица
Ursa Minor	Ursae Minoris	UMi	Малая Медведица
Vela	Velorum	Vel	Паруса
Virgo	Virginis	Vir	Дева
Volans	Volantis	Vol	Летучая Рыба
Vulpecula	Vulpeculae	Vul	Лисичка

AUID

Единый идентификатор AAVSO (AAVSO Unique Identifier, AUID) – это буквенно-цифровой «номерной знак» формата 000-XXX-000, где нулями мы обозначили цифры от 0 до 9, а буквой X – буквы от A до Z. Это обеспечивает 17 576 000 000 возможных комбинаций. Каждой звезде в международной базе данных AAVSO присвоен AUID. При добавлении новых объектов им будут присваиваться новые AUID. В базах данных, которые ведет AAVSO, у каждого индивидуального объекта – свой номер AUID. В рамках базы данных AUID – это имя объекта. Этим именем (ключом) пользуются для однозначной кросс-идентификации объектов в разных базах данных.

Будучи наблюдателем, Вы, возможно, никогда не столкнетесь с AUID; Вам не потребуются, например, знать AUID звезды SS Del (000–BCM–129). Однако по мере все большего развития астрономии в сторону поиска

данных в архивах, вероятно, знание того, как именно «скреплены» между собой наши различные базы данных, может становиться все более важным, особенно для тех из вас, кто пишет утилиты, обеспечивающие доступ к базам данных.

Международный реестр переменных звезд

Международный реестр переменных звезд (The International Variable Star Index, VSX) – это инструмент, позволяющий больше узнать об определенной переменной звезде. Чтобы воспользоваться VSX, достаточно ввести имя звезды в текстовое окно “Star Finder” («Поиск звезды») в правом верхнем углу домашней страницы AAVSO и щелкнуть по кнопке “Search VSX” («Поиск в VSX»). Щелкнув по имени звезды в появившемся списке, Вы увидите точную позиционную информацию, другие имена той же звезды, информацию о периоде и спектральном классе звезды, список ссылок на публикации и другую полезную информацию о выбранной Вами звезде.

Смелее! Каждый шаг вперед приближает нас к цели, и если мы не сумеем достичь ее, все равно мы хотя бы сможем добиться своей работой, чтобы потомки не упрекали нас в безделье и не говорили, что мы даже не попытались замостить им дорогу.

– Фридрих Аргеландер (1844)
«отец астрономии переменных звезд»

Греческие буквы и имена звезд в AAVSO

Элизабет О. Вааген и Сара Бек, сотрудники AAVSO

При поиске звезды в Международном реестре переменных звезд (VSX) и при пересылке наблюдений в Международную базу данных AAVSO при помощи ресурса WebObs не предусмотрена возможность ввода греческой буквы, если часть названия звезды представляет собой греческую букву; невозможен поиск названия “ μ Cep” или “ ν Pav”. По поводу того, как именно писать некоторые греческие буквы в именах звезд, не прекращается путаница. Это в особенности касается написания букв μ и ν .

Почему написание имеет значение?

Аргеландеровские имена некоторых звезд выглядят так же, как имена звезд с греческими обозначениями, в особенности если программное обеспечение не различает верхний и нижний регистры. Так, для VSX или WebObs обозначение “ μ Cep” (μ Cep) неотличимо от “MU Cep” (M-U Cep), а “ ν Pav” – от “NU Pav (N-U Pav).

И как же не запутаться?

В AAVSO решили пользоваться трехбуквенным вариантом написания греческих букв, принятым в русской базеданных Общеглобальной переменной звезд (ОКПЗ), как это показано в приводимой справа таблице, в столбце, озаглавленном “AID”. При такой системе μ превращается в “miu”, ν – в “niu”, а “ χ Cyg” записывается как “khi Cyg”. Пожалуйста, используйте эти принятые в ОКПЗ сокращения для греческих букв, а запись “MU” и “NU” – для имен в системе Аргеландера. Если поступить иначе, Ваши данные могут оказаться приписанными не той звезде или Вы можете получить не ту карту, какую заказывали.

И еще немного путаницы...

Пользуясь VSX, Вы увидите, что «основное имя», указанное, например, для “ μ Cep”, выглядит как “ μ . Cep” (обратите внимание на точку после буквы “ μ ”). Есть и другие способы записи имени этой звезды, например, “* μ Cep”, “HR 8316” или “SAO 33693”. Их называют альтернативными обозначениями (“aliases”); технически допустимо пользоваться ими при отправке нам данных, выводе на печать кривой блеска звезды или при заказе ее карты. Однако

мы предпочитаем, чтобы при отправке данных Вы использовали предлагаемую ОКПЗ запись “miu Cep” – она проста, однозначна и меньше похожа на типографскую ошибку, чем некоторые другие альтернативные имена.

И последнее...

Похожей является постоянно возникающая проблема, как отличить “ μ Her” от “U Her”. Поскольку наша база данных не различает буквы верхнего и нижнего регистра, пожалуйста, записывайте в отчетах “ μ Her” как “ μ . Her” или “68 Her”.

	AID	ОКПЗ	Англ.
α	alf	alfa	alpha
β	bet	beta	beta
γ	gam	gamma	gamma
δ	del	delta	delta
ϵ	eps	eps	epsilon
ζ	zet	zeta	zeta
η	eta	eta	eta
θ	tet	teta	theta
ι	iot	iota	iota
κ	kap	kappa	kappa
λ	lam	lambda	lambda
μ	miu	miu	mu
ν	niu	niu	nu
ξ	ksi	ksi	xi
\omicron	omi	omicron	omicron
π	pi	pi	pi
ρ	rho	rho	rho
σ	sig	sigma	sigma
τ	tau	tau	tau
υ	ups	upsilon	upsilon
ϕ	phi	phi	phi
χ	khi	khi	chi
ψ	psi	psi	psi
ω	ome	omega	omega

Типы переменных звезд

Существуют переменные звезды двух видов – физические, изменения блеска которых происходят из-за физических изменений у звезды или у системы звезд, и геометрические, переменность которых связана с затмением одной звезды другою или с эффектами вращения звезды. Нередко переменные звезды подразделяют на пять основных классов: физические переменные – пульсирующие, взрывные (катаклизмические) и эруптивные; геометрические переменные – затменные двойные, а также вращающиеся звезды.

В этой главе Вы найдете краткое описание основных типов переменных звезд каждого класса. Более полное описание всех классов и подклассов переменных звезд приведено на сайте Общего каталога переменных звезд по адресу <http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/iii/vartype.txt>.

В каждое описание входит спектральный класс звезды. Если Вы хотите побольше узнать о спектрах звезд и звездной эволюции, Вы найдете информацию на эту тему в основных учебниках по астрономии или в некоторых из книг, перечисленных в Приложении 3.

Как правило, мы рекомендуем начинающим наблюдать долгопериодические и полуправильные пульсирующие переменные. Эти звезды меняют блеск в широких пределах. Кроме того, их на небе достаточно много, благодаря чему немало из них расположены близко к ярким звездам, что очень помогает их отысканию.

ПУЛЬСИРУЮЩИЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

Пульсирующие переменные – это звезды, поверхностные слои которых периодически расширяются и сжимаются. Пульсации могут быть радиальными или нерадиальными. Радиально пульсирующая звезда сохраняет сферическую форму, а форма звезды, испытывающей нерадиальные пульсации, может периодически отклоняться от сферы. Обсуждаемые ниже типы пульсирующих переменных различаются периодами пульсаций, массой и эволюционным статусом звезды, пульсационными характеристиками.

Что такое кривая блеска?

Наблюдения переменных звезд обычно наносят на график, именуемый кривой блеска. Например, по одной оси наносят блеск (звездную величину), а по другой – время, обычно юлианскую дату (JD). Шкалу звездных величин ориентируют таким образом, что яркость возрастает по оси Y снизу вверх; JD возрастает по оси X слева направо.

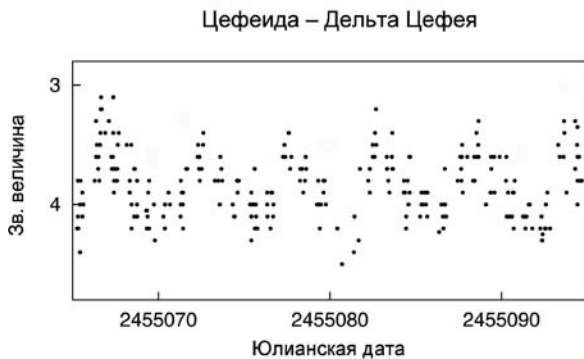


Кривая блеска позволяет непосредственно получить информацию о периодичности в поведении звезды, найти орбитальный период затменной двойной, судить о регулярности или нерегулярности звездных эрупций. Более детальный анализ кривой блеска позволяет астрономам вычислить, например, массы и размеры звезд. Несколько лет или десятилетий наблюдений, возможно, выявят изменение периода звезды, что укажет на изменение структуры звезды.

Фазовые диаграммы

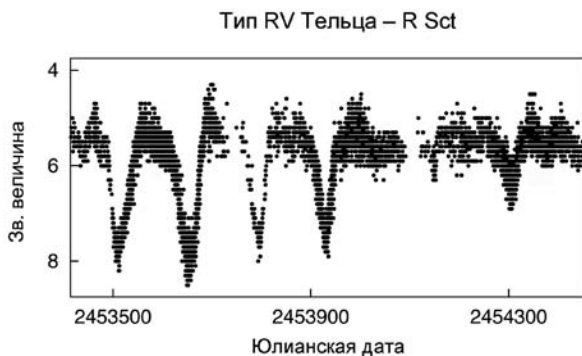
Фазовые диаграммы (их называют также «свернутыми кривыми блеска») – удобный инструмент для изучения поведения периодических переменных звезд, например, цефеид или затменных двойных. На фазовой диаграмме несколько циклов изменения блеска наложены друг на друга. Вместо того, чтобы наносить на график звездную величину в зависимости от JD, здесь каждое наблюдение наносят на график как функцию того, «как далеко оно от начала цикла». Для большинства переменных звезд цикл начинается в момент максимума блеска (фаза=0), проходит через минимум и вновь к максимуму (фаза=1). В случае затменных двойных звезд нулевая фаза соответствует середине затмения (минимуму). Пример фазовой диаграммы Вы найдете на стр. 34 этого руководства, где приведена характерная кривая блеска звезды β Персея.

Цефеиды – Переменные звезды – цефеиды пульсируют с периодами от 1 до 70 суток, изменения их блеска составляют от 0.1 до 2 звездных величин. Это массивные звезды высокой светимости; в максимуме блеска они относятся к спектральному классу F, а в минимуме – G или K. Чем более поздним является спектральный класс цефеиды, тем продолжительнее ее период. Цефеиды подчиняются зависимости период–светимость. Цефеиды неплохо подходят для учебных проектов, они яркие и обладают короткими периодами.



Звезды типа RR Лиры – Это короткопериодические (периоды от 0.05 до 1.2 суток), пульсирующие звезды – белые гиганты, обычно спектрального класса A. По возрасту они старше цефеид и имеют меньшие массы. Амплитуда изменения блеска у звезд типа RR Лиры обычно составляет от 0.3 до 2 звездных величин.

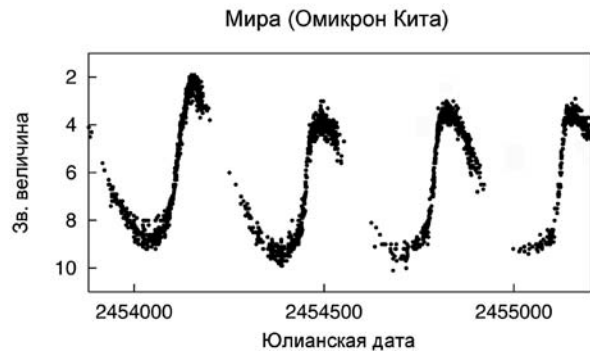
Звезды типа RV Тельца – Это желтые сверхгиганты, для которых характерны изменения блеска с чередующимися глубокими и мелкими минимумами. Их периоды, понимаемые как интервал между двумя



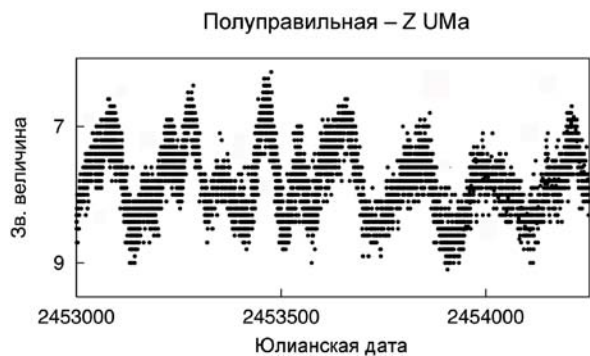
глубокими минимумами, составляют от 30 до 150 суток. Изменения блеска могут достигать 3 звездных величин. У некоторых из таких звезд наблюдаются медленные циклические изменения блеска, с циклами в сотни или тысячи суток. Спектральные классы обычно находятся в диапазоне от G до K.

Долгопериодические переменные (LPV) – пульсирующие красные гиганты или сверхгиганты с периодами в диапазоне от 30 до 100 суток. Обычно они принадлежат к спектральным классам M, R, S или N. У них есть два подкласса – мириды и полуправильные переменные.

Мириды – Блеск этих периодических переменных, красных гигантов, меняется с периодами в диапазоне от 80 до 1000 суток. Изменения визуального блеска составляют более 2.5 звездных величин.



Полуправильные переменные – Это гиганты или сверхгиганты с заметной периодичностью, но и с интервалами полуправильных или неправильных изменений блеска. Периоды лежат в диапазоне от 30 до 1000 суток; блеск обычно меняется менее чем на 2.5 звездной величины.

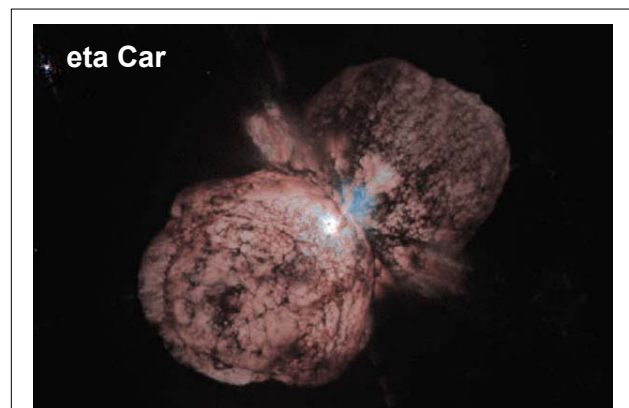


Неправильные переменные – Эти звезды, к числу которых принадлежит большинство красных гигантов – пульсирующие переменные. Как следует из названия, их изменения блеска происходят либо непериодическим образом, либо с очень плохо выраженной периодичностью.

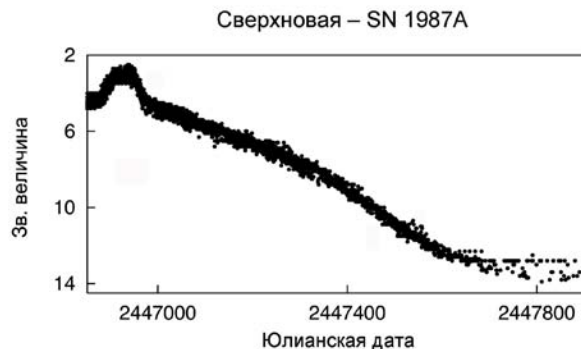
КАТАКЛИЗМИЧЕСКИЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

Как подсказывает их название, катаклизмические переменные – это звезды, у которых временами происходят сильнейшие взрывы, обусловленные термоядерными процессами либо в поверхностных слоях, либо глубоко в недрах. Большинство из таких переменных – тесные двойные системы; звезды – их компоненты сильно влияют на эволюцию друг друга. Часто наблюдается, что компонент системы – горячий карлик окружен аккреционным диском, образованным из вещества, потерянного вторым компонентом – более холодным и имеющим больший размер.

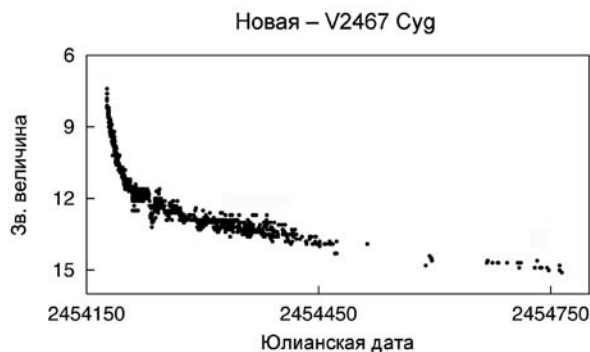
Сверхновые – У этих массивных звезд в конце жизни происходит внезапное и резкое повышение блеска, с амплитудой до 20 звездных величин и даже больше, в результате катастрофического взрыва звезды.



Два огромных вздымающихся газовой-пылевой облака запечатлены на этой поразительной фотографии сверхмассивной звезды η Киля, полученной телескопом имени Хаббла NASA. На этой звезде около 150 лет тому назад произошел гигантский взрыв, когда она стала одной из самых ярких звезд на южном небе. Хотя звезда испустила столько же видимого света, как бывает при вспышке сверхновой, ей удалось пережить этот взрыв.

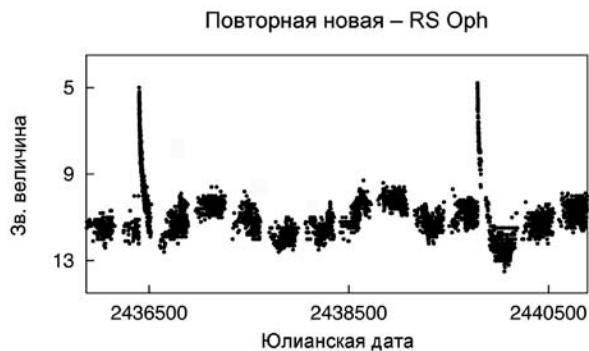


Новые – Эти тесные двойные системы состоят из главного компонента – аккрецирующего белого карлика и вторичного компонента – маломассивной звезды главной последовательности (чуть холоднее нашего Солнца). В накопленном веществе, перетекшем со вторичного компонента, происходит взрывообразное ядерное горение, из-за чего блеск звезды повышается с амплитудой от 7 до 16 звездных величин за время от одних до нескольких сотен суток. После вспышки блеск звезды медленно спадает до исходного уровня за несколько лет или десятилетий. Близ максимума блеска спектр звезды обычно похож на спектр гиганта класса A или F.



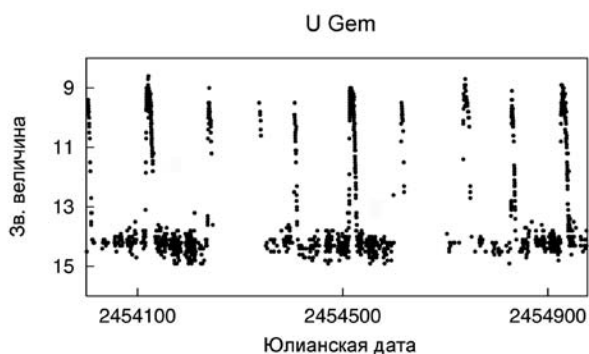
Повторные новые – Эти объекты сходны с новыми, но на протяжении истории их наблюдений у них зарегистрировано два (или больше) взрыва меньшей амплитуды.

Карликовые новые – Это тесные двойные системы, состоящие из красного карлика (несколько холоднее нашего Солнца), белого карлика и аккреционного диска, окружающего белый карлик. Повышения блеска с амплитудой от 2 до 6 звездных величин обусловлены нестабильностью в диске, из-за которой



происходит падение (аккреция) вещества на белый карлик. Известны три основных подкласса карликовых новых – звезды типа U Gem, Z Cam и SU UMa.

U Близнецов – Такие звезды внезапно ярчают после интервалов спокойствия в минимуме блеска. У разных звезд вспышки могут происходить с интервалами от 30 до 500 суток; длятся они обычно от 5 до 20 суток.

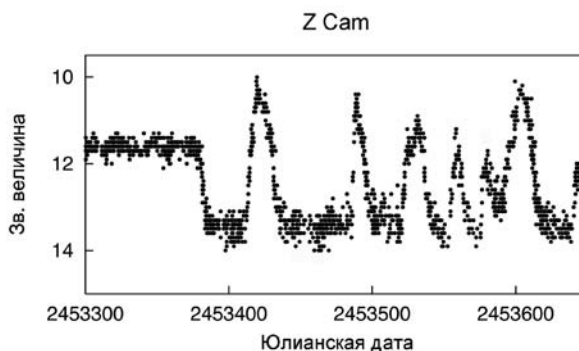
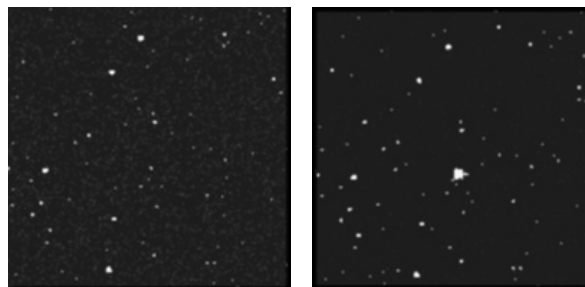


Z Жирафа – Физически такие звезды подобны звездам типа U Gem. У них наблюдается циклическая переменность, прерываемая интервалами постоянного блеска, именуемыми «остановками». Продолжительность остановки эквивалентна нескольким циклам; на протяжении этого времени звезда «задерживается» на уровне блеска примерно в одной трети пути от максимума до минимума.

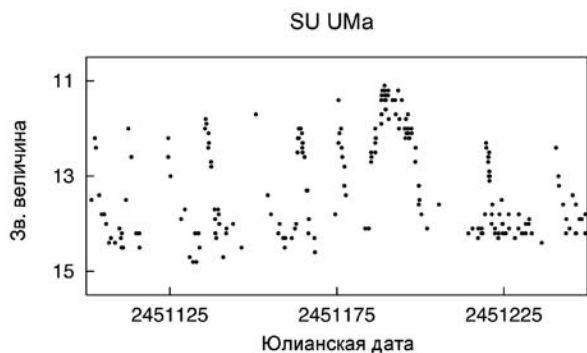
SU Большой Медведицы – Такие системы, также физически подобные звездам типа U Gem, показывают два явно различных вида вспышек. Вспышки первого типа – неяркие, частые, продолжительностью от 1 до 2 суток; вспышки второго типа («сверхвспышки») – яркие, менее

U Близнецов

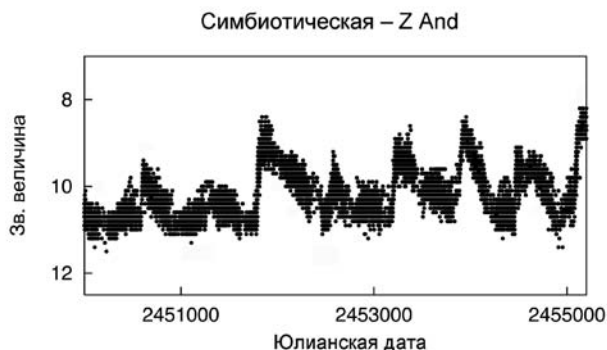
Ниже показаны снимки U Gem с экспозицией 20 секунд перед вспышкой и после начала вспышки. Эти изображения директор AAVSO Арне Хенден (Ассоциация университетских космических исследований и Военно-морская обсерватория США) получил при помощи ПЗС с фильтром V на 1-м телескопе Военно-морской обсерватории США во Флагстаффе, штат Аризона. Под фотографиями – система U Gem в представлении художника Даны Берри; обратите внимание на подобную Солнцу звезду справа, белый карлик и аккреционный диск вокруг белого карлика.



частые и более продолжительные, они длятся от 10 до 20 суток. Во время сверхвспышек наблюдается небольшая периодическая модуляция («сверхгорбы»).



Симбиотические звезды – Эти тесные двойные системы состоят из красного гиганта и горячей голубой звезды; обе звезды погружены в туманность. У них наблюдаются квазипериодические новоподобные вспышки с амплитудой, достигающей трех звездных величин.

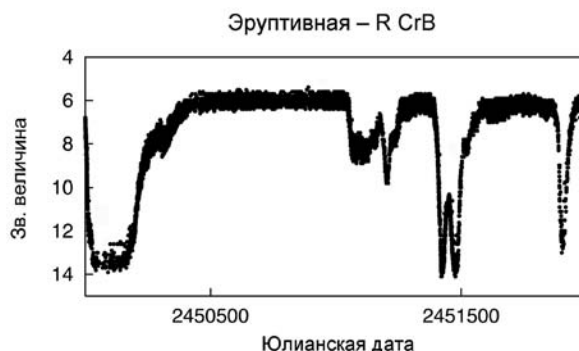


ЭРУПТИВНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

Эруптивные переменные – это звезды, блеск которых меняется из-за бурных процессов и вспышек, происходящих в их атмосферах и коронах. Изменения блеска обычно сопровождаются процессами сброса оболочки или истечения массы в форме звездного ветра переменной интенсивности и (или) взаимодействием с окружающей межзвездной средой.

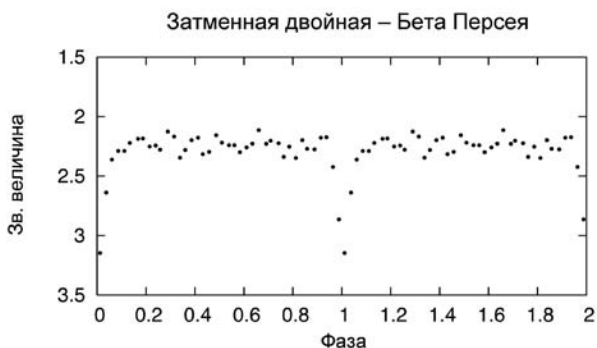
R Северной Короны – Эти редко встречающиеся бедные водородом и богатые углеродом сверхгиганты по большей части остаются в максимуме блеска, но иногда, с нерегулярными интервалами, происходят ослабления блеска с амплитудой, достигающей девяти звездных величин. Затем они медленно, за время от нескольких месяцев до года, возвращаются

к максимальному блеску. У звезд этой группы спектры заключены в пределах от F до K и R.



ЗАТМЕННЫЕ ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ

Это двойные звездные системы, у которых плоскость орбиты близка к лучу зрения наблюдателя. Компоненты системы периодически затмевают друг друга, что наблюдатель воспринимает как ослабление видимого блеска системы. Период затмений, совпадающий с орбитальным периодом системы, может составлять от нескольких минут до нескольких лет.



ВРАЩАЮЩИЕСЯ ЗВЕЗДЫ

У вращающихся звезд наблюдаются небольшие изменения блеска, которые могут быть связаны с наличием на поверхности звезды темных или светлых пятен или участков («звездных пятен»). Часто вращающиеся звезды являются двойными системами.

Глава 5 – КАК ЗАПИСАТЬ ДАТУ

Наблюдения переменных звезд, передаваемые в AAVSO, необходимо сопровождать указанием либо Всемирного времени (Universal time, UT), либо юлианской даты (Julian date, JD), причем десятичная доля суток должна соответствовать гринвичскому среднему астрономическому времени (Greenwich mean astronomical time, GMAT).

ВСЕМИРНОЕ ВРЕМЯ (UT)

В астрономии время событий часто представляют как Всемирное время (или UT). Это то же самое, что и гринвичское среднее время (Greenwich Mean Time, GMT), отсчитываемое от полуночи в Гринвиче (Англия). Чтобы найти UT, соответствующее определенному моменту времени, достаточно к этому времени прибавить (а возможно, вычесть из него) различие поясного времени для места, где Вы проводите наблюдения. Чтобы помочь определить различие поясного времени для места, где Вы находитесь, приводим «Всемирную карту часовых поясов» (рис. 5.2).

ЮЛИАНСКАЯ ДАТА (JD)

JD – стандартный способ представления времени, используемый астрономами. Он удобен и лишен путаницы. Преимущества его таковы:

– Астрономические сутки отсчитываются от полудня до полудня, благодаря чему не приходится менять календарную дату посреди ночи.

– Дни, месяцы, годы, часы и минуты представлены в виде одного числа.

– Данные для одной и той же звезды, предоставленные наблюдателями всего мира, легко сравнивать, поскольку они отнесены к одному и тому же часовому поясу – к начальному меридиану в Гринвиче (Англия).

КАК ПРОВЕСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ

В Интернете, в том числе на сайте AAVSO, имеются средства, помогающие определить

JD (см. <https://www.aavso.org/jd-calculator>), так что почти никто больше не вычисляет JD самостоятельно, но по-прежнему важно знать, как эта дата выводится.

Ниже представлена простая процедура, позволяющая определить JD и GMAT для Ваших наблюдений. Если Вы желаете выразить Ваши наблюдения через UT, ограничьтесь шагами с первого по третий.

Пошаговые инструкции

1. Запишите дату и время по 24-часовой системе счета времени, а не по системе утреннего и вечернего времени (то есть прибавьте 12 часов, если речь идет о часах вечера).

примеры:

А. 3 июня 2013 г., 9:34 вечера = 3 июня, 21:34
Б. 4 июня 2013 г., 4:16 утра = 4 июня, 4:16

2. Если наблюдения проводились, когда на территории, где Вы живете, действовало летнее время, вычтите один час, чтобы получить поясное время. (Сейчас на территории России летнее время не вводится. – Примечание переводчика.)

А. 3 июня, 21:34 летнего времени = 3 июня, 20:34
Б. 4 июня, 04:16 летнего времени = 4 июня, 03:16

3. Для перехода к UT нужно прибавить или вычесть, в зависимости от места наблюдений, разницу поясного времени с Гринвичем. В приведенном ниже примере мы полагаем, что наблюдатель находится на 5 часов западнее Гринвича.

А. 3 июня, 20:34 + 5 ч. = 4 июня, 01:34 UT
Б. 4 июня, 03:16 + 5 ч. = 4 июня, 08:16 UT

4. Для перехода от UT к гринвичскому среднему астрономическому времени (GMAT) необходимо вычесть 12 часов. Причина в том, что GMAT исчисляется от полудня до полудня, а не от полуночи до полуночи.

А. 4 июня, 01:34 UT = 3 июня, 13:34 GMAT
Б. 4 июня, 08:16 UT = 3 июня, 20:16 GMAT

5. Найдите десятичную долю суток, соответствующую времени наблюдения, воспользовавшись Таблицей 5.2.

А. 13:34 GMAT = 0.5653

Б. 20:16 GMAT = 0.8444

6. Найдите юлианскую дату, эквивалентную GMAT-дате наблюдения, найденной выше, на этапе 4. Можно воспользоваться образцом календаря JD, показанным на рис. 5.1.

А и Б : 3 июня 2013 г. = 2,456,447

7. Теперь прибавим к целой JD десятичную долю, найденную на этапе 5, и получим окончательный результат.

А. JD = 2456447.5653

Б. JD = 2456447.8444

Примеры вычислений

Ниже мы приводим еще три примера расчета юлианских дат в соответствии с только что описанными этапами. Во всех этих примерах используются календарь JD (рис. 5.1) и таблица десятичных долей JD (табл. 5.2).

Пример 1 — Наблюдение получено в Стамбуле, Турция (2 часа к востоку от Гринвича) в 1:15 утра 10 января 2013 г.

Этап 1: 01:15 января 10 местного времени

Этап 2: не нужен

Этап 3: 01:15 – 2 часа = 23:15 января 9

Этап 4: 23:15 – 12 часов = 11:15 января 9 GMAT

Этап 5: десятичная доля = 0.4688

Этап 6: JD для января 9, 2013 = 2456302

Окончательный результат: 2456302.4688

Пример 2 — Наблюдение получено в Ванкувере, Британская Колумбия, Канада (8 часов к западу от Гринвича) в 5:21 утра 14 февраля 2013 г.

Этап 1: 05:21 февраля 14 местного времени

Этап 2: не нужен

Этап 3: 05:21 + 8 часов = 13:21 февраля 14 UT

Этап 4: 13:21 – 12 часов = 01:21 февраля 14 GMAT

Этап 5: десятичная доля = 0.0563

Этап 6: JD для 14 февраля = 2456338

Окончательный результат: 2456338.0563

Откуда возникли юлианские даты?

В системе юлианских дат все даты пронумерованы последовательно, начиная с полудня 1 января 4713 года до нашей эры. Жозеф Жюст Скалигер, классик французской науки 16 века, установил, что в эту дату совпадают три важных цикла: 28-летний солнечный цикл, 19-летний лунный цикл и 15-летний налоговый цикл, именуемый «римским индиктом».

Пример 3 — Наблюдение получено в Окленде, Новая Зеландия (12 часов к востоку от Гринвича) в 10:25 вечера по летнему времени 28 января 2013 г.

Этап 1: 22:25 января 28 местного летнего времени

Этап 2: 22:25 – 1 час = 21:25 января 28 поясного времени

Этап 3: 21:25 – 12 часов = 09:25 января 28 UT

Этап 4: 09:25 – 12 = 21:25 января 27 GMAT

Этап 5: десятичная доля = 0.8924

Этап 6: JD для 27 января = 2456320

Окончательный результат: 2456320.8924

Календарь на рис. 5.1 (стр. 38) взят с сайта AAVSO (<https://www.aavso.org/jd-calculator>). Он дает последние четыре знака юлианской даты для каждого дня каждого месяца 2013 года. Месяцы с июля по декабрь – на второй странице (в настоящем Руководстве не приводятся). Чтобы получить полную JD, следует прибавить 2 450 000 к четырехзначному числу, указанному в календаре для астрономической даты Вашего наблюдения.

Для Вашего удобства мы приводим в этой главе еще две справочных таблицы.

Воспользовавшись **таблицей 5.2**, Вы сможете найти десятичную долю GMAT-суток с четырьмя знаками после запятой. Такая точность необходима только для звезд некоторых типов. Из приводимой ниже таблицы 5.1 можно узнать, какая точность требуется в юлианских датах для звезд различных типов.

Таблица 5.1 – Необходимая точность JD


Тип звезды	Указывайте в JD...
Цефеиды	4 десятичных знака
Звезды типа RR Лиры	4 десятичных знака
Звезды типа RV Тельца	1 десятичный знак
Долгопериодические переменные	1 десятичный знак
Полуправильные переменные	1 десятичный знак
Катаклизмические переменные	4 десятичных знака
Симбиотические звезды*	1 десятичный знак
Звезды типа R CrB* – в максимуме	1 десятичный знак
Звезды типа R CrB – в минимуме	4 десятичных знака
Затменные двойные звезды	4 десятичных знака
Вращающиеся звезды	4 десятичных знака
Неправильные переменные	1 десятичный знак
Заподозренные переменные	4 десятичных знака
<p>* Примечание. У симбиотических звезд и звезд типа R CrB могут наблюдаться изменения блеска с малой амплитудой и коротким периодом. Если Вас интересует поиск таких изменений, то наблюдения следует проводить каждую ясную ночь и приводить даты с 4 десятичными знаками.</p>	

Таблица 5.3 содержит список юлианских дат в нулевую дату каждого месяца с 1996 по 2025 годы. Нулевая дата (на самом деле это последняя дата предыдущего месяца) используется для простоты расчета JD для любого заданного дня: можно просто прибавить календарную дату к JD в таблице.

Пример: Янв. 28, 2015


$$\begin{aligned}
 &= (\text{JD для янв. 0}) + 28 \\
 &= 2457023 + 28 \\
 &= 2457051
 \end{aligned}$$

Рисунок 5.1 – Пример календаря JD



AAVSO

AAVSO, 49 Bay State Road, Cambridge, MA 02138, U.S.A.
 Tel: 617-354-0484 Fax: 617-354-0665
 aavso@aavso.org
 http://www.aavso.org



2013

JULIAN DAY CALENDAR

2,450,000 plus the value given under each date

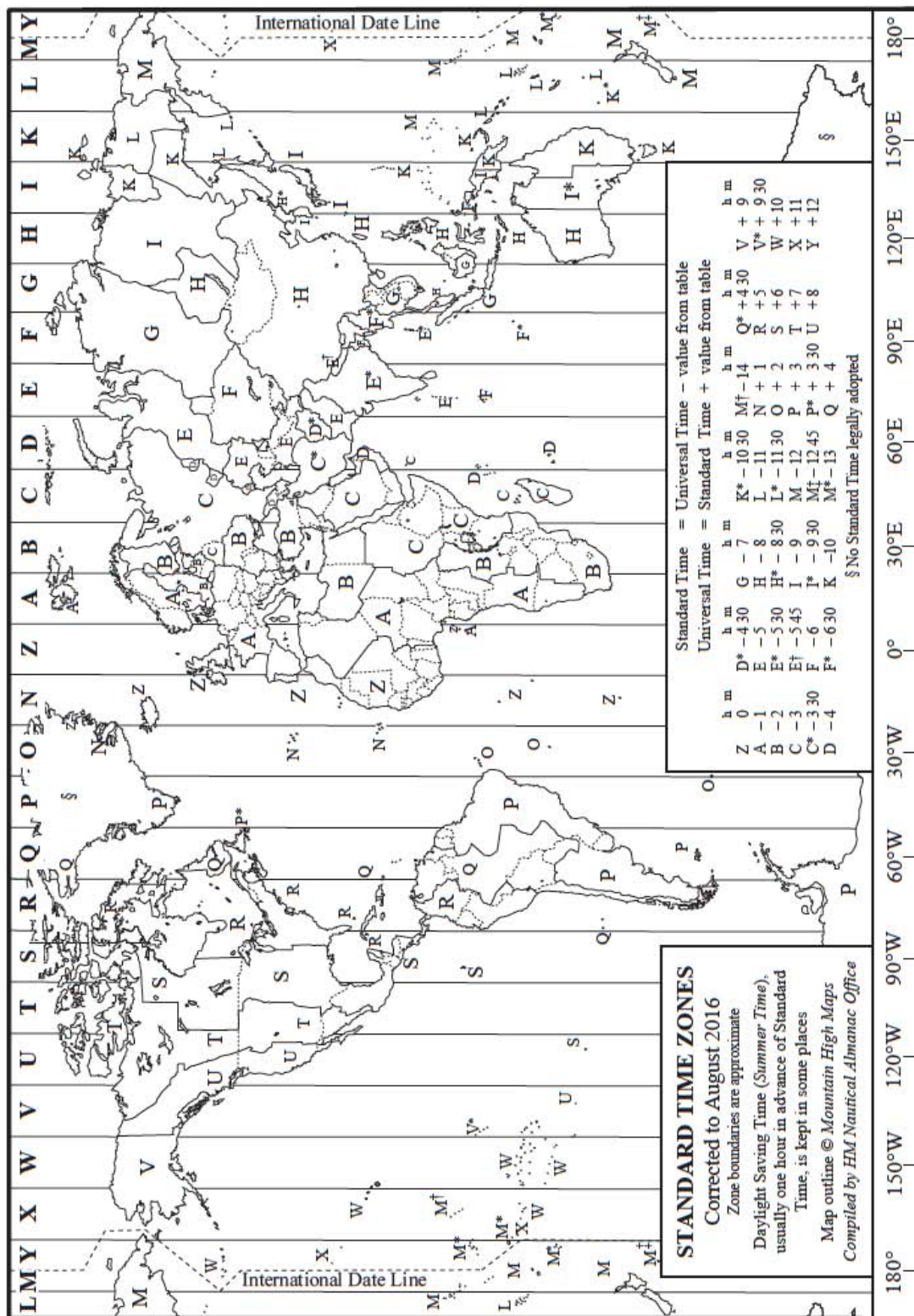
JANUARY							FEBRUARY						
Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
		1	2	3	4	5						1	2
		6294	6295	6296	6297	6298						6325	6326
6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9
6299	6300	6301	6302	6303	6304	6305	6327	6328	6329	6330	6331	6332	6333
13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16
6306	6307	6308	6309	6310	6311	6312	6334	6335	6336	6337	6338	6339	6340
20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23
6313	6314	6315	6316	6317	6318	6319	6341	6342	6343	6344	6345	6346	6347
27	28	29	30	31	☾	☀	24	25	26	27	28	☾	☀
6320	6321	6322	6323	6324	5	11	6348	6349	6350	6351	6352	3	10
☾	☉						☾	☉					
18	27						17	25					

MARCH							APRIL						
Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
					1	2							
					6353	6354		1	2	3	4	5	6
3	4	5	6	7	8	9	7	8	9	10	11	12	13
6355	6356	6357	6358	6359	6360	6361	6390	6391	6392	6393	6394	6395	6396
10	11	12	13	14	15	16	14	15	16	17	18	19	20
6362	6363	6364	6365	6366	6367	6368	6397	6398	6399	6400	6401	6402	6403
17	18	19	20	21	22	23	21	22	23	24	25	26	27
6369	6370	6371	6372	6373	6374	6375	6404	6405	6406	6407	6408	6409	6410
24	25	26	27	28	29	30	28	29	30	☾	☀	☾	☉
6376	6377	6378	6379	6380	6381	6382	6411	6412	6413	3	10	18	25
31	☾	☀	☾	☉									
6383	4	11	19	27									

MAY							JUNE						
Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
			1	2	3	4							1
			6414	6415	6416	6417							6445
5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8
6418	6419	6420	6421	6422	6423	6424	6446	6447	6448	6449	6450	6451	6452
12	13	14	15	16	17	18	9	10	11	12	13	14	15
6425	6426	6427	6428	6429	6430	6431	6453	6454	6455	6456	6457	6458	6459
19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22
6432	6433	6434	6435	6436	6437	6438	6460	6461	6462	6463	6464	6465	6466
26	27	28	29	30	31	☾	23	24	25	26	27	28	29
6439	6440	6441	6442	6443	6444	2	6467	6468	6469	6470	6471	6472	6473
☀	☾	☉	☾				30	☀	☾	☉	☾		
10	18	25	31				6474	8	16	23	30		

The AAVSO is a non-profit scientific and educational organization which has been serving astronomy for 102 years. Headquarters of the AAVSO are at 49 Bay State Road, Cambridge, Massachusetts, 02138, U.S.A. Annual and sustaining memberships in the Association contribute to the support of valuable research.

Рис. 5.2 – Карта мира с указанием часовых поясов



«Карта мира с часовыми поясами», разработанная британским центром Морского альманаха для Центральной лаборатории исследовательских советов. Воспроизводится с их разрешения.

Таблица 5.2 – Доля JD (с четырьмя знаками) Пользуясь таблицей, найдите час GMAT в верхней строке и минуту в столбце. На пересечении приведена доля суток. Объяснение GMAT – на стр. 35 руководства.

GMAT	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	GMAT
0	0.0000	0.0417	0.0833	0.1250	0.1667	0.2083	0.2500	0.2917	0.3333	0.3750	0.4167	0.4583	0
1	0.0007	0.0424	0.0840	0.1257	0.1674	0.2090	0.2507	0.2924	0.3340	0.3757	0.4174	0.4590	1
2	0.0014	0.0431	0.0847	0.1264	0.1681	0.2097	0.2514	0.2931	0.3347	0.3764	0.4181	0.4597	2
3	0.0021	0.0437	0.0854	0.1271	0.1688	0.2104	0.2521	0.2938	0.3354	0.3771	0.4188	0.4604	3
4	0.0028	0.0444	0.0861	0.1278	0.1694	0.2111	0.2528	0.2944	0.3361	0.3778	0.4194	0.4611	4
5	0.0035	0.0451	0.0868	0.1285	0.1701	0.2118	0.2535	0.2951	0.3368	0.3785	0.4201	0.4618	5
6	0.0042	0.0458	0.0875	0.1292	0.1708	0.2125	0.2542	0.2958	0.3375	0.3792	0.4208	0.4625	6
7	0.0049	0.0465	0.0882	0.1299	0.1715	0.2132	0.2549	0.2965	0.3382	0.3799	0.4215	0.4632	7
8	0.0056	0.0472	0.0889	0.1306	0.1722	0.2139	0.2556	0.2972	0.3389	0.3806	0.4222	0.4639	8
9	0.0063	0.0479	0.0896	0.1313	0.1729	0.2146	0.2563	0.2979	0.3396	0.3813	0.4229	0.4646	9
10	0.0069	0.0486	0.0903	0.1319	0.1736	0.2153	0.2569	0.2986	0.3403	0.3819	0.4236	0.4653	10
11	0.0076	0.0493	0.0910	0.1326	0.1743	0.2160	0.2576	0.2993	0.3410	0.3826	0.4243	0.4660	11
12	0.0083	0.0500	0.0917	0.1333	0.1750	0.2167	0.2583	0.3000	0.3417	0.3833	0.4250	0.4667	12
13	0.0090	0.0507	0.0924	0.1340	0.1757	0.2174	0.2590	0.3007	0.3424	0.3840	0.4257	0.4674	13
14	0.0097	0.0514	0.0931	0.1347	0.1764	0.2181	0.2597	0.3014	0.3431	0.3847	0.4264	0.4681	14
15	0.0104	0.0521	0.0938	0.1354	0.1771	0.2188	0.2604	0.3021	0.3438	0.3854	0.4271	0.4688	15
16	0.0111	0.0528	0.0944	0.1361	0.1778	0.2194	0.2611	0.3028	0.3444	0.3861	0.4278	0.4694	16
17	0.0118	0.0535	0.0951	0.1368	0.1785	0.2201	0.2618	0.3035	0.3451	0.3868	0.4285	0.4701	17
18	0.0125	0.0542	0.0958	0.1375	0.1792	0.2208	0.2625	0.3042	0.3458	0.3875	0.4292	0.4708	18
19	0.0132	0.0549	0.0965	0.1382	0.1799	0.2215	0.2632	0.3049	0.3465	0.3882	0.4299	0.4715	19
20	0.0139	0.0556	0.0972	0.1389	0.1806	0.2222	0.2639	0.3056	0.3472	0.3889	0.4306	0.4722	20
21	0.0146	0.0563	0.0979	0.1396	0.1813	0.2229	0.2646	0.3063	0.3479	0.3896	0.4313	0.4729	21
22	0.0153	0.0569	0.0986	0.1403	0.1820	0.2236	0.2653	0.3069	0.3486	0.3903	0.4320	0.4736	22
23	0.0160	0.0576	0.0993	0.1410	0.1827	0.2243	0.2660	0.3076	0.3493	0.3910	0.4327	0.4743	23
24	0.0167	0.0583	0.1000	0.1417	0.1833	0.2250	0.2667	0.3083	0.3500	0.3917	0.4333	0.4750	24
25	0.0174	0.0590	0.1007	0.1424	0.1840	0.2257	0.2674	0.3090	0.3507	0.3924	0.4340	0.4757	25
26	0.0181	0.0597	0.1014	0.1431	0.1847	0.2264	0.2681	0.3097	0.3514	0.3931	0.4347	0.4764	26
27	0.0187	0.0604	0.1021	0.1437	0.1854	0.2271	0.2688	0.3104	0.3521	0.3937	0.4354	0.4771	27
28	0.0194	0.0611	0.1028	0.1444	0.1861	0.2278	0.2694	0.3111	0.3528	0.3944	0.4361	0.4778	28
29	0.0201	0.0618	0.1035	0.1451	0.1868	0.2285	0.2701	0.3118	0.3535	0.3951	0.4368	0.4785	29
30	0.0208	0.0625	0.1042	0.1458	0.1875	0.2292	0.2708	0.3125	0.3542	0.3958	0.4375	0.4792	30
31	0.0215	0.0632	0.1049	0.1465	0.1882	0.2299	0.2715	0.3132	0.3549	0.3965	0.4382	0.4799	31
32	0.0222	0.0639	0.1056	0.1472	0.1889	0.2306	0.2722	0.3139	0.3556	0.3972	0.4389	0.4806	32
33	0.0229	0.0646	0.1063	0.1479	0.1896	0.2313	0.2729	0.3146	0.3563	0.3979	0.4396	0.4813	33
34	0.0236	0.0653	0.1069	0.1486	0.1903	0.2320	0.2736	0.3153	0.3569	0.3986	0.4403	0.4820	34
35	0.0243	0.0660	0.1076	0.1493	0.1910	0.2327	0.2743	0.3160	0.3576	0.3993	0.4410	0.4827	35
36	0.0250	0.0667	0.1083	0.1500	0.1917	0.2333	0.2750	0.3167	0.3583	0.4000	0.4417	0.4833	36
37	0.0257	0.0674	0.1090	0.1507	0.1924	0.2340	0.2757	0.3174	0.3590	0.4007	0.4424	0.4840	37
38	0.0264	0.0681	0.1097	0.1514	0.1931	0.2347	0.2764	0.3181	0.3597	0.4014	0.4431	0.4847	38
39	0.0271	0.0688	0.1104	0.1521	0.1938	0.2354	0.2771	0.3187	0.3604	0.4021	0.4437	0.4854	39
40	0.0278	0.0694	0.1111	0.1528	0.1944	0.2361	0.2778	0.3194	0.3611	0.4028	0.4444	0.4861	40
41	0.0285	0.0701	0.1118	0.1535	0.1951	0.2368	0.2785	0.3201	0.3618	0.4035	0.4451	0.4868	41
42	0.0292	0.0708	0.1125	0.1542	0.1958	0.2375	0.2792	0.3208	0.3625	0.4042	0.4458	0.4875	42
43	0.0299	0.0715	0.1132	0.1549	0.1965	0.2382	0.2799	0.3215	0.3632	0.4049	0.4465	0.4882	43
44	0.0306	0.0722	0.1139	0.1556	0.1972	0.2389	0.2806	0.3222	0.3639	0.4056	0.4472	0.4889	44
45	0.0313	0.0729	0.1146	0.1563	0.1979	0.2396	0.2813	0.3229	0.3646	0.4063	0.4479	0.4896	45
46	0.0319	0.0736	0.1153	0.1569	0.1986	0.2403	0.2819	0.3236	0.3653	0.4069	0.4486	0.4903	46
47	0.0326	0.0743	0.1160	0.1576	0.1993	0.2410	0.2826	0.3243	0.3660	0.4076	0.4493	0.4910	47
48	0.0333	0.0750	0.1167	0.1583	0.2000	0.2417	0.2833	0.3250	0.3667	0.4083	0.4500	0.4917	48
49	0.0340	0.0757	0.1174	0.1590	0.2007	0.2424	0.2840	0.3257	0.3674	0.4090	0.4507	0.4924	49
50	0.0347	0.0764	0.1181	0.1597	0.2014	0.2431	0.2847	0.3264	0.3681	0.4097	0.4514	0.4931	50
51	0.0354	0.0771	0.1188	0.1604	0.2021	0.2437	0.2854	0.3271	0.3688	0.4104	0.4521	0.4938	51
52	0.0361	0.0778	0.1194	0.1611	0.2028	0.2444	0.2861	0.3278	0.3694	0.4111	0.4528	0.4944	52
53	0.0368	0.0785	0.1201	0.1618	0.2035	0.2451	0.2868	0.3285	0.3701	0.4118	0.4535	0.4951	53
54	0.0375	0.0792	0.1208	0.1625	0.2042	0.2458	0.2875	0.3292	0.3708	0.4125	0.4542	0.4958	54
55	0.0382	0.0799	0.1215	0.1632	0.2049	0.2465	0.2882	0.3299	0.3715	0.4132	0.4549	0.4965	55
56	0.0389	0.0806	0.1222	0.1639	0.2056	0.2472	0.2889	0.3306	0.3722	0.4139	0.4556	0.4972	56
57	0.0396	0.0813	0.1229	0.1646	0.2063	0.2479	0.2896	0.3313	0.3729	0.4146	0.4563	0.4979	57
58	0.0403	0.0819	0.1236	0.1653	0.2069	0.2486	0.2903	0.3320	0.3736	0.4153	0.4569	0.4986	58
59	0.0410	0.0826	0.1243	0.1660	0.2076	0.2493	0.2910	0.3327	0.3743	0.4160	0.4576	0.4993	59
60	0.0417	0.0833	0.1250	0.1667	0.2083	0.2500	0.2917	0.3333	0.3750	0.4167	0.4583	0.5000	60

Таблица 5.3 – Номера юлианских дней для 1996–2025 гг. Пользуясь таблицей, прибавьте календарную дату наблюдения (в соответствии с астрономическим счетом времени от полудня до полудня) к нулевому дню соответствующего месяца нужного года. Например, для наблюдения, выполненного 6 февраля 2015 г., юлианская дата такова: 2457054 + 6 = 2457060.

Год	Янв 0	Фев 0	Март 0	Апр 0	Май 0	Июнь 0	Июль 0	Авг 0	Сен 0	Окт 0	Нояб 0	Дек 0
1996	2450083	2450114	2450143	2450174	2450204	2450235	2450265	2450296	2450327	2450357	2450388	2450418
1997	2450449	2450480	2450508	2450539	2450569	2450600	2450630	2450661	2450692	2450722	2450753	2450783
1998	2450814	2450845	2450873	2450904	2450934	2450965	2450995	2451026	2451057	2451087	2451118	2451148
1999	2451179	2451210	2451238	2451269	2451299	2451330	2451360	2451391	2451422	2451452	2451483	2451513
2000	2451544	2451575	2451604	2451635	2451665	2451696	2451726	2451757	2451788	2451818	2451849	2451879
2001	2451910	2451941	2451969	2452000	2452030	2452061	2452091	2452122	2452153	2452183	2452214	2452244
2002	2452275	2452306	2452334	2452365	2452395	2452426	2452456	2452487	2452518	2452548	2452579	2452609
2003	2452640	2452671	2452699	2452730	2452760	2452791	2452821	2452852	2452883	2452913	2452944	2452974
2004	2453005	2453036	2453065	2453096	2453126	2453157	2453187	2453218	2453249	2453279	2453310	2453340
2005	2453371	2453402	2453430	2453461	2453491	2453522	2453552	2453583	2453614	2453644	2453675	2453705
2006	2453736	2453767	2453795	2453826	2453856	2453887	2453917	2453948	2453979	2454009	2454040	2454070
2007	2454101	2454132	2454160	2454191	2454221	2454252	2454282	2454313	2454344	2454374	2454405	2454435
2008	2454466	2454497	2454526	2454557	2454587	2454618	2454648	2454679	2454710	2454740	2454771	2454801
2009	2454832	2454863	2454891	2454922	2454952	2454983	2455013	2455044	2455075	2455105	2455136	2455166
2010	2455197	2455228	2455256	2455287	2455317	2455348	2455378	2455409	2455440	2455470	2455501	2455531
2011	2455562	2455593	2455621	2455652	2455682	2455713	2455743	2455774	2455805	2455835	2455866	2455896
2012	2455927	2455958	2455987	2456018	2456048	2456079	2456109	2456140	2456171	2456201	2456232	2456262
2013	2456293	2456324	2456352	2456383	2456413	2456444	2456474	2456505	2456536	2456566	2456597	2456627
2014	2456658	2456689	2456717	2456748	2456778	2456809	2456839	2456870	2456901	2456931	2456962	2456992
2015	2457023	2457054	2457082	2457113	2457143	2457174	2457204	2457235	2457266	2457296	2457327	2457357
2016	2457388	2457419	2457448	2457479	2457509	2457540	2457570	2457601	2457632	2457662	2457693	2457723
2017	2457754	2457785	2457813	2457844	2457874	2457905	2457935	2457966	2457997	2458027	2458058	2458088
2018	2458119	2458150	2458178	2458209	2458239	2458270	2458300	2458331	2458362	2458392	2458423	2458453
2019	2458484	2458515	2458543	2458574	2458604	2458635	2458665	2458696	2458727	2458757	2458788	2458818
2020	2458849	2458880	2458909	2458940	2458970	2459001	2459031	2459062	2459093	2459123	2459154	2459184
2021	2459215	2459246	2459274	2459305	2459335	2459366	2459396	2459427	2459458	2459488	2459519	2459549
2022	2459580	2459611	2459639	2459670	2459700	2459731	2459761	2459792	2459823	2459853	2459884	2459914
2023	2459945	2459976	2460004	2460035	2460065	2460096	2460126	2460157	2460188	2460218	2460249	2460279
2024	2460310	2460341	2460370	2460401	2460431	2460462	2460492	2460523	2460554	2460584	2460615	2460645
2025	2460676	2460707	2460735	2460766	2460796	2460827	2460857	2460888	2460919	2460949	2460980	2461010

Глава 6 – ПЛАНИРОВАНИЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕССИИ

Составление плана

Рекомендуется первого числа каждого месяца составлять общий план наблюдений, чтобы еще до выхода к телескопу в любую ночь определиться, какие звезды Вы хотите наблюдать и как Вы их найдете. В сам день наблюдений можно внести дополнительные уточнения. Благодаря заблаговременному планированию и предварительной подготовке, Вы сэкономите много времени и избежите разочарований; в результате опыт Ваших наблюдений окажется более эффективным и приносящим удовлетворение.

Выбор звезд для наблюдений

Возможный подход к планированию сессии – положить перед собой список звезд, отобранных для программы наблюдений, для которых у Вас есть карты. Выберите дату и время, в которые Вы планируете провести наблюдения, и задайте себе следующие вопросы.

Какие из этих звезд можно будет увидеть?

Чтобы определить, какие созвездия можно будет найти в любой заданный момент времени и в каком направлении они окажутся, большую помощь могут оказать планисфера, карта созвездий месяца или программа-планетарий. Помните, что эти средства обычно изображают ночное небо таким, как если бы Вы могли видеть небо во всех направлениях до самого горизонта. В том месте, где Вы проводите наблюдения, видимую область могут ограничивать такие препятствия, как деревья, горы или постройки.

Другой способ уточнить, какие звезды можно увидеть – воспользоваться Таблицей 6.1, чтобы узнать, какие часы прямого восхождения (right ascension, RA) видны вечером (от 21 часа до полуночи местного времени) в том месяце, когда Вы проводите наблюдения. Результат окажется приближенным, поскольку таблица составлена только для 15-го числа каждого месяца. В случае наблюдений после полуночи достаточно прибавить ко второму числу в

столбце с пределами RA количество часов после полуночи, когда Вы будете наблюдать. Кроме того, Таблица 6.1 не учитывает, что, в зависимости от широты, созвездия близ полюса Вы можете увидеть в любую ночь.

Достаточно ли ярки эти звезды, чтобы я мог их увидеть?

Ежегодно Бюллетень AAVSO (AAVSO Bulletin, см. стр. 43-44) публикует предвычисленные даты максимума и минимума блеска для многих долгопериодических переменных звезд из наблюдательной программы AAVSO. Эти данные могут оказаться полезным подспорьем как источник сведений о приблизительном блеске звезды в интересующую Вас ночь. Опытные наблюдатели не тратят время на звезды под пределом своего телескопа. Информацию о том, как определить предельную величину своего телескопа, Вы найдете на стр. 19.

Таблица 6.1 – Диапазон RA для наблюдений

В приведенной ниже таблице указаны приближенные границы по RA области, доступной для наблюдений, на 15-е число каждого месяца, от времени через 2 часа после захода Солнца до полуночи.

Месяц	Прямое восхождение (часы)
Январь	1–9
Февраль	3–11
Март	5–13
Апрель	7–15
Май	11–18
Июнь	13–19
Июль	15–21
Август	16–23
Сентябрь	18–2
Октябрь	19–3
Ноябрь	21–5
Декабрь	23–7

Таблица 6.2 – Частота наблюдений для переменных звезд различных типов

«Как часто нужно наблюдать звезды моей программы?» Ответ прежде всего зависит от того, звезды какого типа Вы наблюдаете. Общее руководство предоставляет следующая таблица. Узнав больше о различных типах переменности и об индивидуальных свойствах тех конкретных звезд, которые Вы выбрали для наблюдений, Вы, возможно, решите наблюдать их чаще или реже, чем предложено здесь	
Тип переменности	Интервал между наблюдениями в сутках
Активные галактики (AGN)	1
Карликовые новые (NL, UG, UGSS, UGSU, UGWZ, UGZ)	1
γ Кассиопеи (GCAS)	5-10
Неправильные	5-10
Миры (LPV) период <300 суток	5-7
Миры (LPV) период 300–400 суток	7-10
Миры (LPV) период <400 суток	14
Новые (N)	1
R Северной Короны (RCB)	1
Повторные Новые (NR)	1
RV Тельца (RV)	2-5
S Золотой Рыбы (SDOR)	5-10
Полуправильные (SR, SRA, SRB, SRC)	5-10
Сверхновые (SN)	1
Симбиотические (ZAND)	1
Молодые звездные объекты (YSO), активная стадия	1
Молодые звездные объекты (YSO), неактивная стадия	2-5
Наблюдателям, которые следят за затменными двойными, переменными типа RR Лиры и типа UGSU во время вспышки, следует консультироваться с руководителями секций относительно предпочтительных интервалов между оценками в рядах наблюдений таких звезд. В зависимости от типа переменности и периода, их, возможно, придется наблюдать с интервалами от 30 секунд до 10 минут.	

Когда я наблюдал эту звезду последний раз?

В идеале переменные звезды некоторых типов следует наблюдать не чаще, чем раз в неделю, а звезды других типов нужно наблюдать чаще. Определить, пришло ли время вновь обратиться к данной звезде или лучше потратить время на другую переменную, поможет информация, представленная в Таблице 6.2, которую следует сравнить с Вашими записями о том, когда Вы наблюдали звезду в прошлый раз.

Полезные публикации AAVSO

Бюллетень AAVSO

Бюллетень AAVSO (The AAVSO Bulletin) – важное средство планирования сеансов наблюдений. Эта ежегодная публикация представляет предвычисленные даты максимумов и минимумов 381 долгопериодических и полуправильных переменных. Информация помогает определить, можно ли в Ваш телескоп увидеть конкретную переменную звезду в любую заданную ночь. Загрузить Бюллетень можно с сайта AAVSO: <https://www.aavso.org/aavso-bulletin>

Неизменную .pdf-версию Бюллетеня дополняет интерактивная Интернет-версия, именуемая «Генератор Бюллетеня» (“The Bulletin Generator”); она позволяет пользователю запросить моменты максимумов/минимумов для какой-либо выборки звезд, любого созвездия, месяца, интервала прямого восхождения или склонения, а также весь комплект данных Бюллетеня. Есть возможность получить данные в виде .pdf-файла, html-таблицы или файла с разделителями-запятыми (CSV-файла), который можно загрузить в электронную таблицу.

Вы можете спросить: зачем наблюдать звезды, включенные в Бюллетень, если AAVSO и так может предсказать их поведение? Ответ заключается в том, что предсказание дает лишь ориентировочные ожидаемые даты максимумов и минимумов. Эта информация может оказаться полезной при планировании

сеанса наблюдений. Хотя большую часть времени долгопериодические переменные действительно меняют блеск периодически, интервалы между любыми максимумами не обязательно одинаковы. Кроме того, индивидуальные циклы могут отличаться по форме и блеску. Пользуясь предсказаниями, а также кривыми блеска, которые можно найти в различных публикациях AAVSO и на сайте AAVSO, наблюдатель может также узнать, сколь быстро переменная звезда может менять блеск между максимумом и минимумом.

Полезным элементом информации, представленной в Бюллетене, является также код, указывающий, насколько активно наблюдатели обращались к данной звезде. Таким образом, отмечены звезды, для которых очень нужны наблюдения. Когда Вы приобретете наблюдательный опыт и задумаетесь о расширении своей программы наблюдений, Вы, возможно, захотите добавить в нее некоторые звезды, для которых требуется увеличение количества наблюдений. В Генераторе Бюллетеня есть поле "N", где указано, сколько наблюдений данной звезды было получено за предыдущий год; воспользовавшись этой информацией, Вы сможете сами сформировать свое суждение.

Срочные сообщения AAVSO

Штаб-квартира AAVSO выпускает срочное сообщение (Alert Notice) во всех случаях, когда какая-нибудь звезда ведет себя необычно, когда поступают объявления о таких неожиданных явлениях, как открытие Новой или Сверхновой, или когда она получает просьбу астронома наблюдать какую-нибудь звезду, чтобы спланировать наблюдения с искусственного спутника или на наземном телескопе.

Можно подписаться на получение срочных сообщений AAVSO по электронной почте (подписка бесплатная). Их можно также найти на сайте AAVSO: <https://www.aavso.org/observationnotification#alertnotice>

Специальные сообщения AAVSO

Специальное сообщение AAVSO (AAVSO Special Notice, ASN) может содержать объявление об интересных или редких проявлениях звездной активности, не связанных с новыми координированными кампаниями. Задача ASN – быть быстрыми и короткими. Если объявление заслуживает дополнительного внимания, за ним может последовать срочное сообщение (Alert Notice).

Можно подписаться на получение специальных сообщений AAVSO по электронной почте (подписка бесплатная). Их можно также найти на сайте AAVSO: <https://www.aavso.org/observationnotification#specialnotices/>

MyNewsFlash

MyNewsFlash – это автоматизированная, индивидуально настраиваемая система рассылки пользователям сообщений об активности переменных звезд. Такие сообщения могут посылаться по обычной электронной почте либо в виде текстовых сообщений на пейджер или мобильный телефон. Возможна настройка сообщений по таким критериям, как имя звезды, тип, блеск, вид активности, дата наблюдения и другим. В сообщения включаются наблюдения переменных звезд, переданные в AAVSO в электронном виде. Чтобы больше узнать о MyNewsFlash или подписаться на получение таких сообщений, обратитесь к Интернет-странице <https://www.aavso.org/observationnotification#mynewsflash>

Типичный план наблюдений

Каждый сезон просматривайте программу прошлого года и решайте, не добавить ли в этом году еще звезд. Приготовьте новые карты, пользуясь AAVSO Variable Star Plotter (VSP).

В начале месяца составьте общий план наблюдений в соответствии с имеющимся оборудованием, местом наблюдений, ожидаемым количеством времени и своим опытом. При планировании наблюдений долгопериодических переменных пользуйтесь Бюллетенем AAVSO (AAVSO Bulletin); чтобы добавить новые объекты или такие объекты, относительно наблюдений которых имеются запросы, обратитесь к разделу MyNewsFlash или к разделу срочных сообщений (Alert Notices).

Ознакомьтесь с прогнозом погоды на интересующую Вас ночь. Решите, что именно наблюдать в эту ночь. Будете ли Вы наблюдать вечером, около полуночи, рано утром? Спланируйте порядок наблюдений, группируя переменные звезды, близкие друг к другу, и принимая во внимание суточное движение ночного неба (восходы звезд, изменение видимости созвездий). Удостоверьтесь, что нужные атлас и карты для объектов наблюдений имеются в наличии; расположите их в порядке наблюдений.

Проверьте оборудование – красный фонарик и т.п. Начинайте адаптацию к темноте за полчаса до выхода из помещения (некоторые наблюдатели пользуются очками с красными стеклами или солнцезащитными очками). Оденьтесь потеплее!

В начале сеанса наблюдений запишите в журнал дату, время, состояние погоды, фазу Луны, любые необычные обстоятельства. Выполнив наблюдение каждой звезды, запишите в журнал наблюдений ее обозначение, имя, время, звездную величину, использованные звезды сравнения и карту (карты), а также примечания.

Заканчивая ночные наблюдения, запишите все необходимые примечания относительно всего сеанса наблюдений. Сложите в папку использованные карты, чтобы вновь воспользоваться ими в следующий раз. Отправьте Ваши наблюдения в штаб-квартиру AAVSO, пользуясь опцией WebObs (подробности об этом – в Главе 7).

Глава 7 – ПЕРЕДАЧА НАБЛЮДЕНИЙ В AAVSO

Чтобы Ваши наблюдения были включены в Международную базу данных AAVSO, необходимо передать их в штаб-квартиру AAVSO. Для передачи наблюдений в AAVSO существует два способа; оба они используют утилиту WebObs на интернет-сайте AAVSO. Визуальные наблюдатели могут выбрать один из двух методов – “Submit observations individually” («Передать отдельные наблюдения») или “Upload a file of observations” («Загрузить наблюдения в файле»).

Когда Вы передадите наблюдения, утилита WebObs автоматически отформатирует их в соответствии со спецификациями AAVSO. Она также выполнит разнообразные процедуры поиска ошибок, чтобы удостовериться, что Вы ввели данные правильно. В случае обнаружения проблемы Вы получите соответствующее сообщение, а вызвавшие проблему наблюдения не будут внесены в базу данных.

Сразу же после передачи Ваши наблюдения станут частью Международной базы данных AAVSO, открытой для пользователей. Их можно увидеть, воспользовавшись опцией «Генератор кривых блеска» (“Light Curve Generator”, <https://www.aavso.org/lcg>). Кроме того, появится доступ к полному списку Ваших наблюдений, так что в любое время будет существовать возможность внимательно изучить Ваш вклад в базу данных AAVSO или скачать его из этой базы данных.

Очень интересно, обратившись к «Генератору кривых блеска», посмотреть, насколько хорошо Ваши наблюдения согласуются с данными других наблюдателей, но ни в коем случае не следует сверяться с наблюдениями других, пока собственные наблюдения не переданы. Если Вы так поступите, может возникнуть соблазн изменить какое-либо наблюдение, что может внести серьезное искажение в данные.

Если Вы – член астрономического клуба или выполняете наблюдения в компании

другого наблюдателя переменных звезд, обратите внимание, что каждый наблюдатель должен выполнять наблюдения независимо и предоставлять о них свой, отдельный отчет.

Важно также не посылать одни и те же наблюдения более одного раза! Если Вы передаете свои наблюдения в клуб или организацию, собирающую наблюдения, а затем пересылающую их в AAVSO, пожалуйста, не посылайте их еще раз самостоятельно, дабы избежать возможного дублирования наблюдений.

Начало работы с утилитой WebObs

Прежде чем начать использовать WebObs, необходимо зарегистрироваться в качестве пользователя интернет-сайта AAVSO и получить официальный код наблюдателя AAVSO (AAVSO Observer Code).

Чтобы зарегистрироваться на сайте, щелкните по кнопке “User login” (логин пользователя) в правом верхнем углу любой страницы сайта и далее следуйте появившимся указаниям.

Если Вам еще не был присвоен код наблюдателя, необходимо, пройдя регистрацию на сайте AAVSO, щелкнуть по опции “Request Observer Code” (запросить код наблюдателя), которую Вы найдете на странице “My Account” («Моя личная страница»). Каждому наблюдателю AAVSO присваиваются неповторяющиеся инициалы, которые навсегда останутся сопровождающими его наблюдения в Международной базе данных AAVSO. Присвоение инициалов проводит штаб-квартира AAVSO, которая удостоверяется, что инициалы действительно уникальны. Скорее всего, они будут связаны с написанием Вашей фамилии, но это не всегда так.

Когда Вы будете готовы начать пересылку наблюдений, зарегистрируйтесь на сайте и перейдите на страницу WebObs, <https://www.aavso.org/webobs>. Там Вы сможете выбрать, пересылать ли наблюдения по одному или переслать группу наблюдений в виде файла.

Пересылка наблюдений по одному

Эта опция подойдет тем, кто пересылает в данную ночь лишь немного наблюдений.

Начните с выбора варианта “Submit observations individually” («Пересылать наблюдения по одному»). Теперь выберите из появившегося списка вид тех наблюдений, которые Вы пересылаете. В настоящем руководстве мы рассматриваем только опцию “Visual” («Визуальные»).

Как видно из воспроизведенного на рис. 7.1 изображения экрана компьютера с формой WebObs для передачи наблюдений по одному, пользоваться этой программой очень просто. Достаточно аккуратно ввести данные в соответствующие поля формы, а затем нажать на кнопку, подписанную “Submit Observation” («Передать наблюдение»). Если у Вас возникнут вопросы о том, как вводить данные в любое из полей WebObs, достаточно щелкнуть по метке “More help...” («Дополнительная справка...»), связанной с данным полем, и разъяснение появится в специальном окне.

Когда Вы передадите наблюдение, оно появится в списке под формой. Весьма рекомендуется тщательно его перепроверить и убедиться, что нет никаких опечаток. Если ошибка найдена, можно щелкнуть опцию “edit” («редактировать») и исправить ее – или опцию “delete” («удалить»), чтобы удалить наблюдение из базы данных. Если Вы пользуетесь медленным соединением с Интернетом или подозреваете, что наблюдение не попало в базу данных AAVSO, пожалуйста, подождите несколько минут, а затем поищите свое наблюдение при помощи опции поиска в WebObs, чтобы удостовериться, что наблюдения там нет, прежде чем решить, что произошел какой-то сбой, и снова отправить наблюдение. В базу данных по таким причинам попало много повторяющихся наблюдений!

Загрузка файла наблюдений

Другой способ передачи данных – составить файл в стандартном формате AAVSO, а затем загрузить его, воспользовавшись предоставляемой WebObs опцией “Upload a file of observations” («Загрузить файл

наблюдений»). Эта опция часто оказывается правильным выбором для тех наблюдателей, кто не хочет слишком долго оставаться на связи в Интернете, а также для тех, кому нужно передать большой файл наблюдений. Когда файл загружен, при желании только что посланные наблюдения можно вызвать для просмотра на экран.

Чтобы подготовить к отправке текстовый файл данных, существует не один способ. Важно, однако, что файл должен быть в формате визуальных наблюдений AAVSO (“AAVSO Visual Format”), описанном на сайте AAVSO. В следующем разделе мы рассмотрим этот формат в деталях.

Подготовку файла наблюдений в правильном формате могут облегчить программные средства, которые разработали (и продолжают разрабатывать) другие наблюдатели AAVSO; Вы вполне можете ими воспользоваться. Программы можно найти на сайте AAVSO по следующему адресу: <https://www.aavso.org/software-directory>

Формат визуальных наблюдений AAVSO (AAVSO Visual Format)

Независимо от используемого Вами метода создания отчетов о наблюдениях переменных звезд, необходимо, чтобы данные соответствовали стандартам форматирования, принятым в AAVSO. Если говорить конкретно о визуальных наблюдениях, должен использоваться “AAVSO Visual Format”. Приведенное ниже описание заимствовано с интернет-сайта AAVSO (<https://www.aavso.org/aavso-visual-fileformat>).

Примечание: Отчеты о наблюдениях методами фотозлектрической и ПЗС-фотометрии должны соответствовать «Дополненному формату файлов AAVSO» (“AAVSO Extended File Format”).

Общие сведения

Формат для визуальных наблюдений состоит из двух компонентов: параметров и данных. К верхнему и нижнему регистру букв формат нечувствителен.

Enter Observations Individually

What type of observation are you submitting?: *

A different form will be shown depending on what type you choose.

Visual Observation Form

Observer Code:	BSJ
	Your official AAVSO Observer Initials.
Star Identifier:*	<input type="text" value="SS CYG"/>
	Name, desig, or AUID. More help...
Date/Time of Observation:*	<input type="text" value="2455153.57292"/>
	UT time of observation in JD or yyyy/mm/dd/hh/mm/ss format. More help...
Magnitude:*	<input type="text" value="9.9"/>
	Estimated magnitude of the variable star. A decimal point is required. More help...
	<input type="checkbox"/> Check this box if estimate is a fainter-than.
First comp star:*	<input type="text" value="98"/>
	The label of the 1st comparison star you used to make the estimate. More help...
Second comp star:	<input type="text" value="109"/>
	The label of the 2nd comparison star you used to make the estimate. More help...
Chart ID:*	<input type="text" value="4677fka"/>
	The chart identification. More help...
Comment codes:	<input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> U <input checked="" type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> Z <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> V
	Optional field. Check as many that apply. More help...
Comments:	<input type="text"/>
	Optional field. Please be as brief as possible. More help...
<input type="button" value="Submit Observation"/>	

Параметры

Параметры указываются в начале файла и используются для описания тех данных, которые приведены после них. В начале каждой строки параметров должен находиться символ решетки (#). Эти комментарии игнорируются программным обеспечением, они не загружаются в базу данных. Однако они будут сохранены при размещении полного файла в постоянном архиве AAVSO.

Вот шесть обязательных параметров:

```
#TYPE=Visual  
#OBSCODE=  
#SOFTWARE=  
#DELIM=  
#DATE=  
#OBSTYPE=
```

TYPE: В этом формате всегда указывайте Visual.

OBSCODE: Официальный код наблюдателя AAVSO, который был ранее Вам присвоен штаб-квартирой AAVSO.

SOFTWARE: Название и версия программного обеспечения, использованного для создания отчета. Пример: #SOFTWARE=Excel Spreadsheet by Gary Poyner

(то есть таблица Excel Гари Пойнера).

DELIM: Разделитель, применяемый для отделения полей отчета друг от друга. Возможны следующие разделители: запятая (,), точка с запятой (;), восклицательный знак (!) и вертикальная черта (|). Не разрешается использовать только символ решетки (#) и пробел (" "). Если Вы хотите применять табуляцию, используйте слово "tab", а не сам символ табуляции. Примечание: пользователям программы Excel, желающим применить запятые, придется здесь набирать "comma" вместо ",",. Если сделать не так, Excel неверно экспортирует данное поле.

DATE: Формат дат, используемый в отчете. Для этого параметра существуют две опции – JD или EXCEL. В формате EXCEL время выражают как UT и записывают следующим

образом: MM/DD/YYYY HH:MM:SS AM (или PM; то есть MM/ДД/ГГГГ ЧЧ:ММ:СС до полудня или после полудня). Секунды указывать не обязательно.

OBSTYPE: Тип наблюдений, приведенных в файле данных. Здесь может быть указан тип Visual (визуальные) или PTG (фотографические). Если параметр отсутствует, предполагается, что наблюдения визуальные. Если указан параметр PTG, в поле примечаний каждого наблюдения следует поместить описание характеристик чувствительности пленки и, при необходимости, сведения об использованном фильтре (фильтрах).

Данные

После параметров приводятся сами наблюдения переменной звезды. В каждой строке следует приводить только одно наблюдение, а поля необходимо разделять теми символами, которые были указаны в поле параметров DELIM. Список полей приводится ниже.

NAME (имя): Идентификатор звезды. Им может быть любое из имен звезды, перечисленных в VSX. Дополнительную информацию об именах переменных звезд Вы найдете в Главе 4 (стр. 25).

DATE (дата): Дата наблюдения в формате, заданном параметром DATE. Указания по вопросу о вычислении UT и JD Вы найдете в Главе 5.

MAGNITUDE (звездная величина): Звездная величина, полученная в данном наблюдении. В случае наблюдения формата «слабее, чем» перед звездной величиной следует поставить символ "<".

COMMENTCODE (код примечания): Код из одной буквы или последовательность кодов, которыми можно воспользоваться, чтобы описать любые особые обстоятельства, относящиеся к Вашему наблюдению. Если примечания не нужны, пожалуйста, введите в это поле "na" (not available – примечаний нет). Возможные коды перечислены в таблице 7.1 на стр. 51.

Если кодов примечаний несколько, разделяйте их пробелами или не разделяйте вовсе (примеры: “A Z Y” или “AZY”).

COMP1: Метка первой из использованных звезд сравнения. Это может быть метка звездной величины с карты, код *auid* или имя звезды.

COMP2: Метка второй из использованных звезд сравнения. Это может быть метка

звездной величины с карты, код *auid* или имя звезды (если такой звезды сравнения не было, наберите “na”).

CHART (карта): Это должен быть идентификатор карты, указанный на Вашей карте в правом верхнем углу.

NOTES (примечания): Комментарии или замечания, относящиеся к Вашему наблюдению. Максимальная длина поля – 100 символов.

Несколько примеров правильно сформатированных отчетов, готовых к отправке:

Пример 1:

```
#TYPE=VISUAL
#OBSCODE=TST01
#SOFTWARE=WORD
#DELIM=,
#DATE=JD
SS CYG,2454702.1234,<11.1,U,110,113,070613,Partly cloudy
```

Пример 2:

```
#TYPE=VISUAL
#OBSCODE=TST01
#SOFTWARE= TextMate
#DELIM=,
#DATE=JD
#NAME,DATE,MAG,COMMENTCODE,COMP1,COMP2,CHART,NOTES
SS CYG,2454702.1234,10.9,na,110,113,070613,na
SS CYG,2454703.2341,<11.1,B,111,na,070613,na
```

Обратите внимание на наличие в приведенной выше записи строки #NAME,DATE,MAG,COMMENTCODE,COMP1... Поскольку ей предшествует знак решетки, а начинается она не с какого-либо из специальных ключевых слов, обозначающих параметры, программа проигнорирует ее как примечание. Вы можете при желании всегда поступать так, если это Вам облегчает запись и чтение формата.

Пример 3:

```
#TYPE=VISUAL
#OBSCODE=TST01
#SOFTWARE=WORD
#DELIM=;
#DATE=JD
#OBSTYPE=Visual
OMI CET;2454704.1402; 6.1;na;59;65;1755eb;na
EPS AUR;2454704.1567;3.3;IZ;32;38;1755dz;my first observation of this star
SS CYG;2454707.1001;9.3;Y;93;95;070613;OUTBURST!
#DELIM=|
#DATE=EXCEL
SS CYG|1/1/2010 11:59 PM|9.3|L|90|95|070613|first obs using UT
SS CYG|1/2/2010 06:15 AM|9.3|na|90|95|070613|na
```

В этом примере наблюдатель посреди отчета меняет разделитель и формат даты.

Таблица 7.1 – Сокращения примечаний в отчетах AAVSO

Такие буквенные примечания вводят в поле “Comment Codes” (коды примечаний) утилиты WebObs или в поле “COMMENTCODE” в случае самостоятельного составления отчета для загрузки. Если нужно, разрешается использовать более одной буквы, размещая их в алфавитном порядке. Буквы служат обобщенным пояснением примечания; они не обязательно в точности воспроизводят содержание отчета. Например, если в поле “Notes” Вы пишете: “a 12-day moon nearby” (поблизости Луна в возрасте 12 дней), в поле “Comment Codes” достаточно поставить букву “B” (означающую светлое небо).

- B** Небо яркое, Луна, сумерки, городская засветка, полярные сияния
- D** Необычная активность (ослабление, вспышка, странное поведение и т.п.)
- I** Звезда идентифицирована неуверенно
- K** Происхождение карты не из AAVSO
- L** Низко на небе, у горизонта, среди деревьев, помехи видимости
- S** Проблема с последовательностью звезд сравнения
- U** Облака, пыль, дым, дымка и т.п.
- V** Звезда слабая, у предела видимости, увидена мимолетно
- W** Плохие изображения
- Y** Большая вспышка
- Z** Звездная величина неуверенная

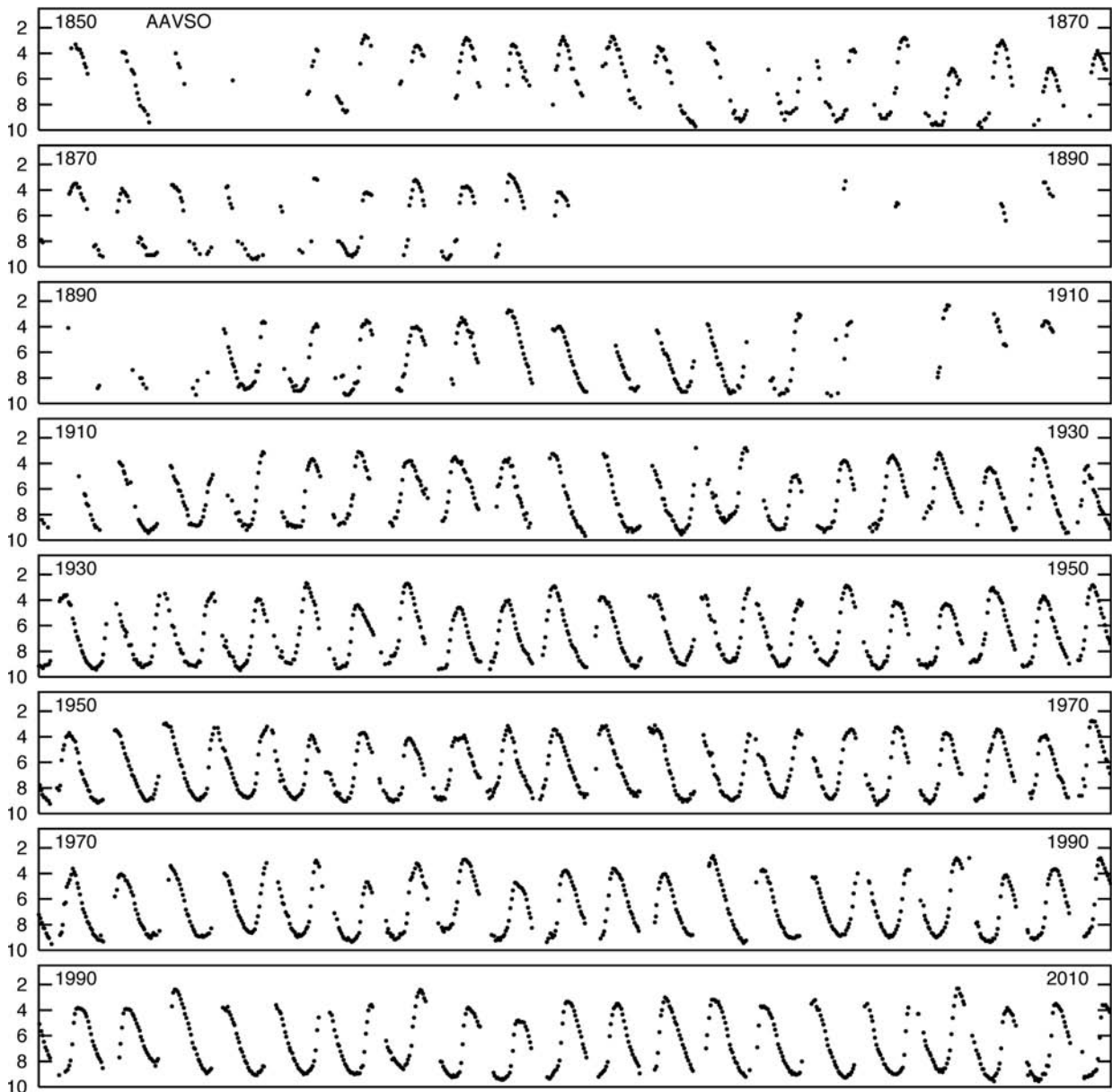
Пожалуйста, еще раз проверьте отчет, прежде чем отправить его в штаб-квартиру AAVSO!

Приложение 1 – ПРИМЕРЫ КРИВЫХ БЛЕСКА ЗА ДЛИТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ

На следующих страницах приведены примеры покрывающих длительный диапазон времени кривых блеска переменных звезд нескольких типов из программы визуальных наблюдений AAVSO. Кривые блеска, охватывающие столь длительные интервалы времени, делают возможным изучать изменения поведения, демонстрируемые некоторыми звездами.

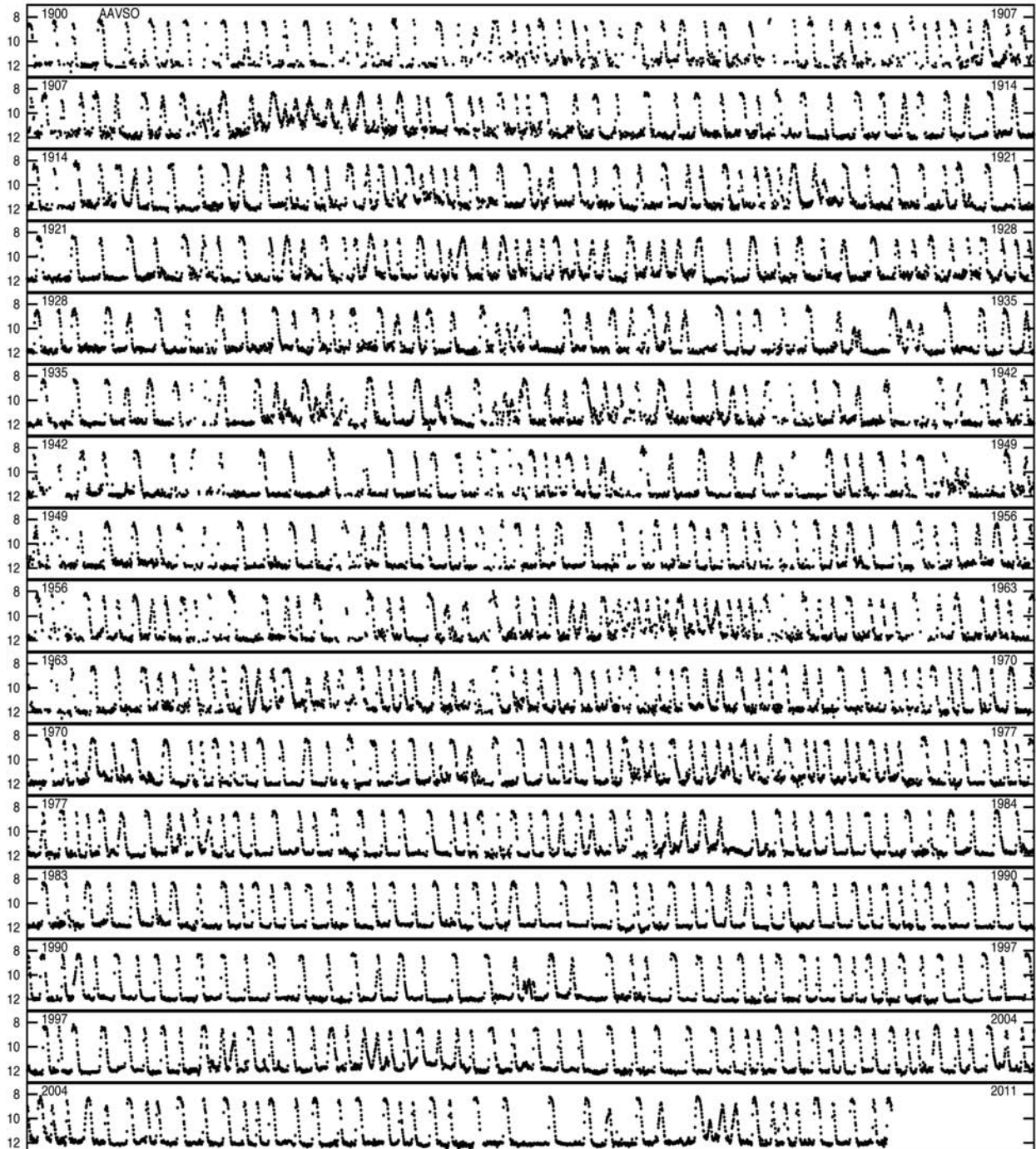
Омикрон Кита (Мира) 1850–2010 (средние за 10 суток)

Омикрон Кита (иначе называемая Мирой) – прототип пульсирующих долгопериодических переменных; это первая звезда, у которой были замечены изменения блеска. Ее период составляет 332 дня. Обычно блеск Миры меняется между звездными величинами 3.5 и 9, но отдельные максимумы и минимумы могут быть значительно ярче или значительно слабее указанных средних значений. Благодаря большой амплитуде переменности и яркому блеску Миру наблюдать особенно легко. Мира – одна из нескольких долгопериодических переменных, имеющих тесного спутника, который также меняет блеск (VZ Кита). На странице http://www.aavso.org/vsots_mira2 Вы найдете дополнительную информацию об этой знаменитой звезде.



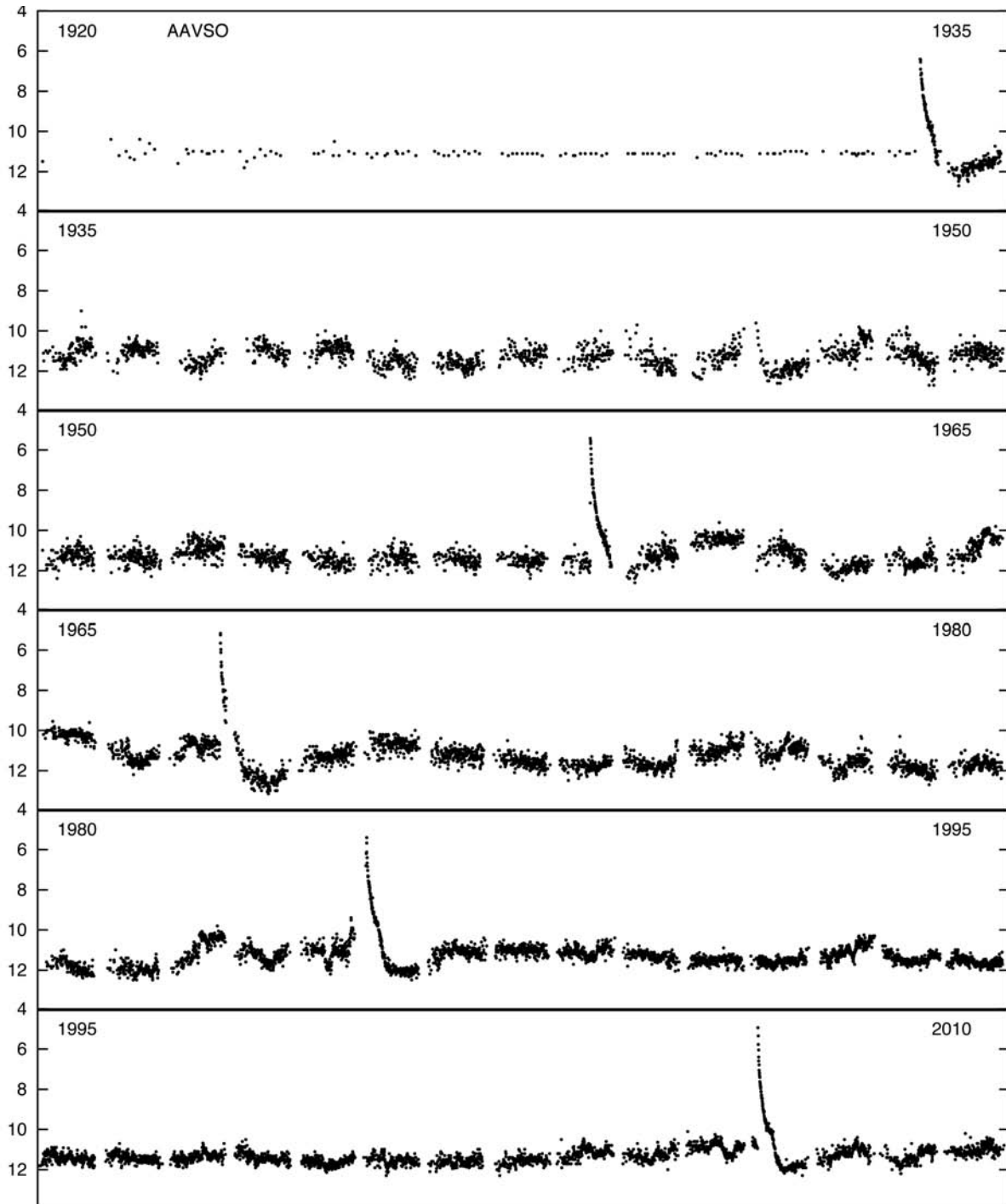
SS Лебедя (тип U Gem) 1900–2010 (средние за сутки)

SS Лебедя – самая яркая звезда – карликовая новая (подтип U Gem) в северном полушарии. Такие звезды – тесные двойные системы; они состоят из красного карлика (звезды, немного более холодной, чем Солнце) и белого карлика с окружающим его аккреционным диском. С интервалами примерно в 50 суток SS Лебедя испытывает поярчения (вспышки) от звездной величины 12.0 до 8.5 из-за выпадения на белый карлик вещества из аккреционного диска. Отдельные интервалами между вспышками могут быть намного длиннее или короче 50 суток. На странице http://www.aavso.org/vsots_sscug Вы найдете дополнительную информацию об этой замечательной звезде.



RS Змееносца (повторная Новая) 1920–2010 (средние за сутки)

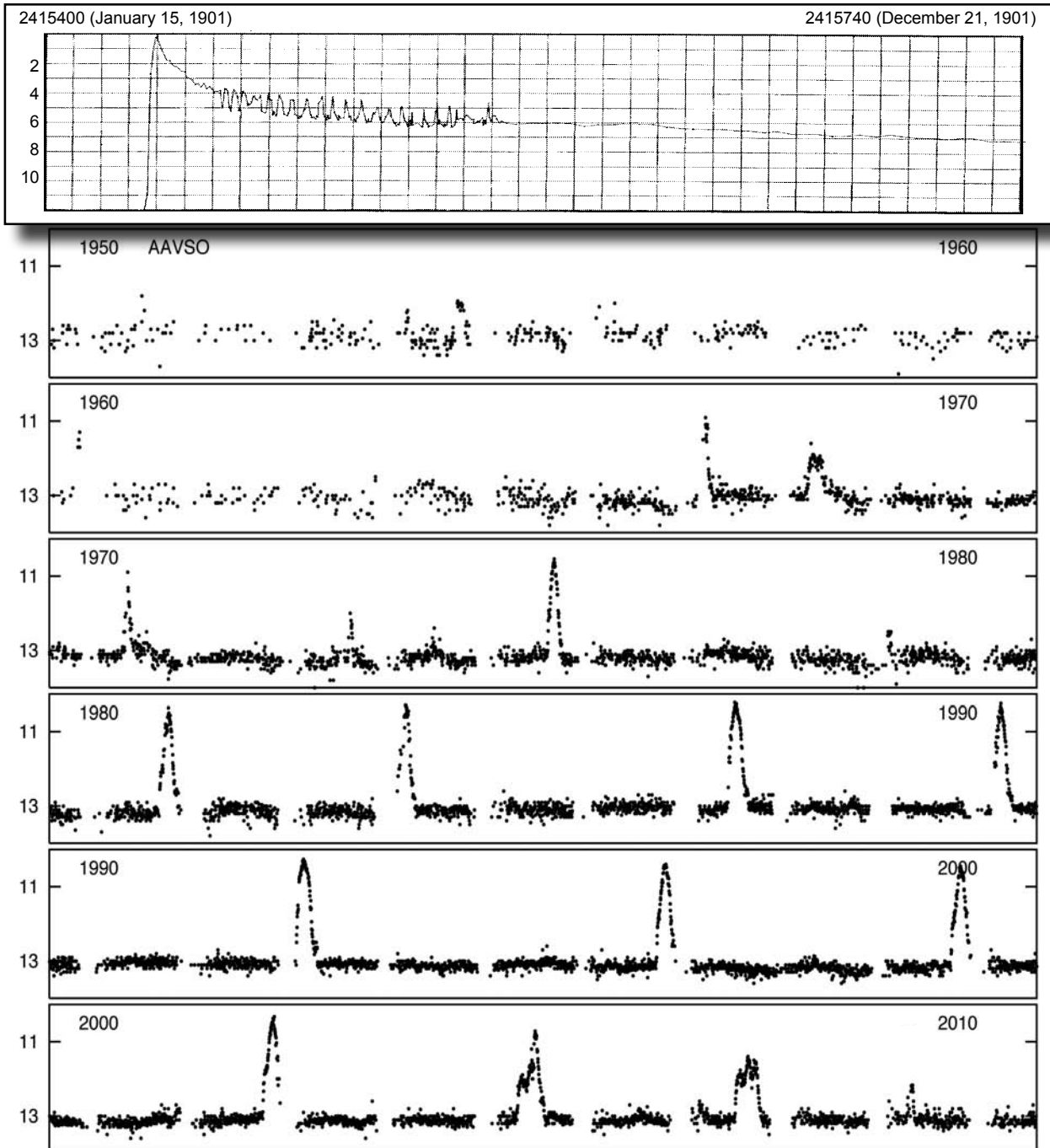
RS Змееносца – повторная Новая. У каждой из таких звезд наблюдалось несколько вспышек с амплитудой поярчания от 7 до 9 звездных величин. Интервалы между вспышками не вполне регулярны; в зависимости от звезды они составляют от 10 лет до более чем ста лет. Подъем к максимуму происходит исключительно быстро, обычно не более чем за 24 часа, а спад блеска может длиться несколько месяцев. Повторные вспышки всегда одинаковы. На странице http://www.aavso.org/vsots_rsoph приведена дополнительная информация о звезде.



ГК Персея (Новая)

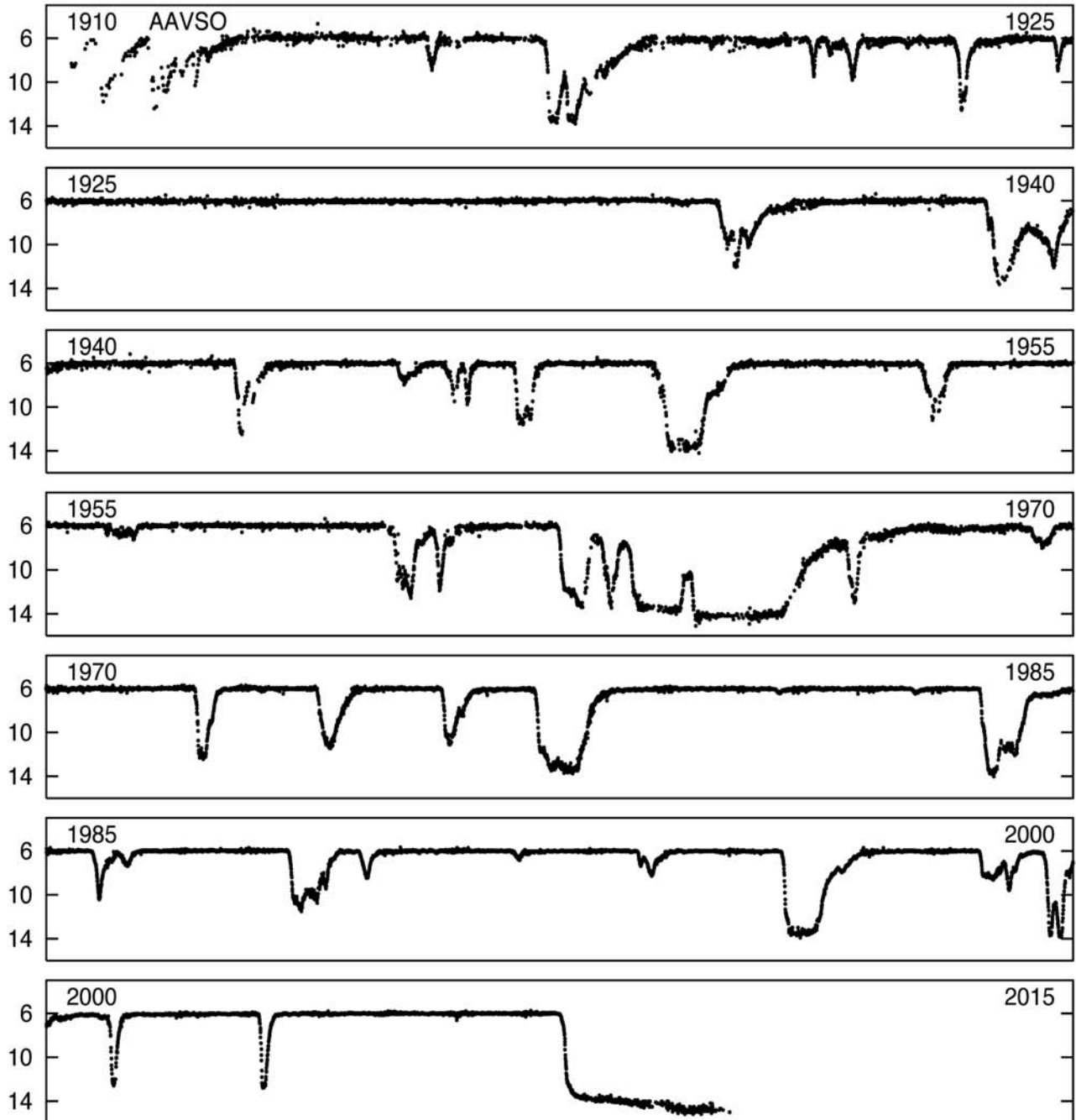
Новоподобная вспышка 1901 г. (из журнала Harvard Annals)
1950–2010 (средние за сутки)

ГК Персея – яркая Новая 1901 г. В таких тесных двойных системах вспышки происходят из-за взрывного ядерного горения на поверхности белого карлика, которому подвергается вещество, перетекшее с красного карлика. Уникальность ГК Персея заключается в том, что после первых 30 суток падения блеска у звезды на три недели установились полуправильные быстрые колебания, а затем ослабление блеска продолжилось. Спустя десятилетия у нее стали происходить небольшие вспышки, похожие на наблюдаемые у карликовых Новых, примерно раз в три года. Дополнительная информация – на странице http://www.aavso.org/vsots_gkper



R Северной Короны 1910–2010 (средние за сутки)

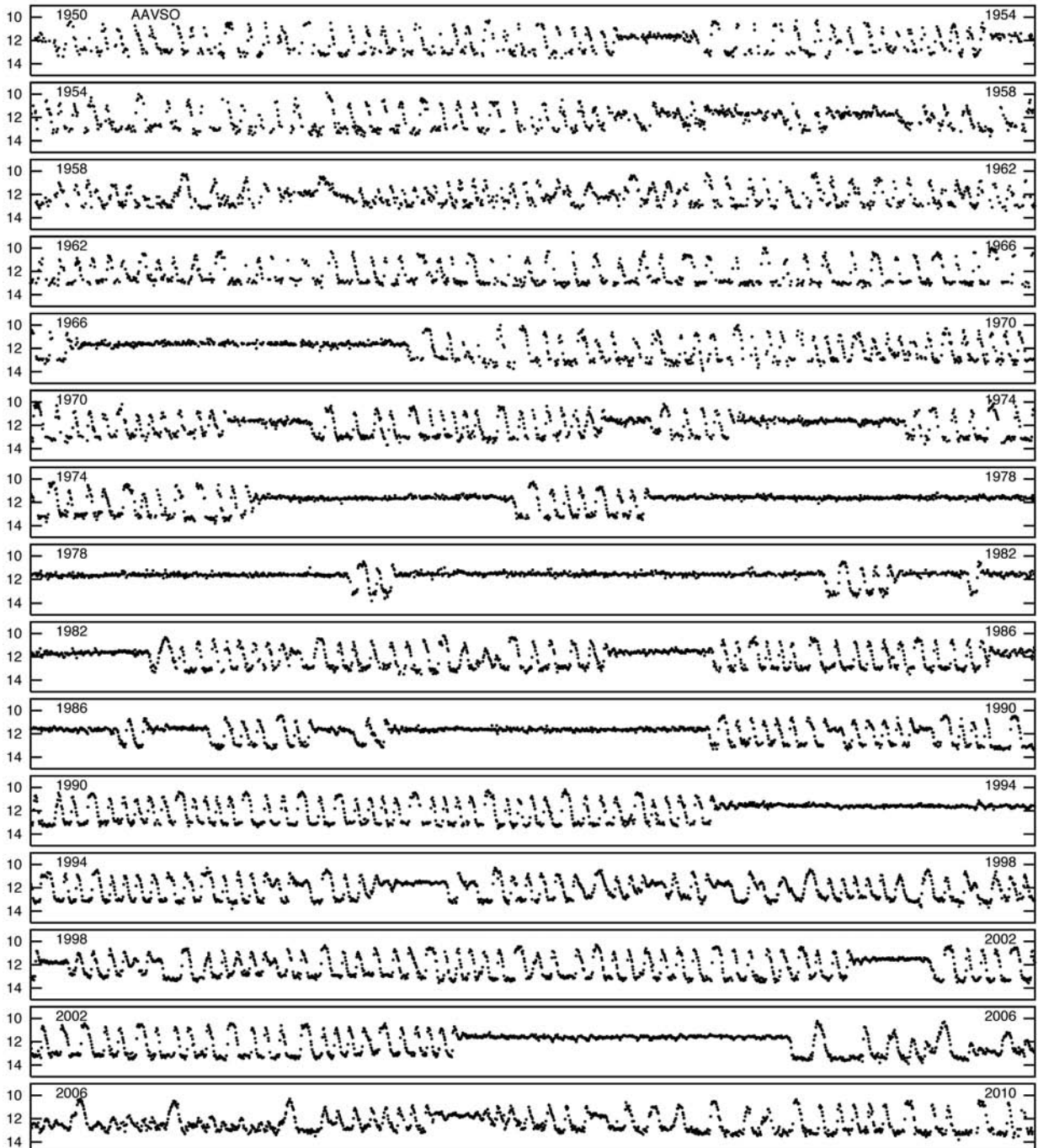
R Северной Короны – прототип в своем классе. Атмосферы этой редкой разновидности звезд-сверхгигантов богаты углеродом. Большую часть времени они проводят в максимуме блеска, но время от времени блеск быстро падает на несколько звездных величин, от 1 до 9. Полагают, что падение блеска вызывают облака углерода, выброшенные атмосферой звезды. Дополнительная информация – на странице http://www.aavso.org/vsots_rcrb



Z Жирафа

1950–2010 (средние за сутки)

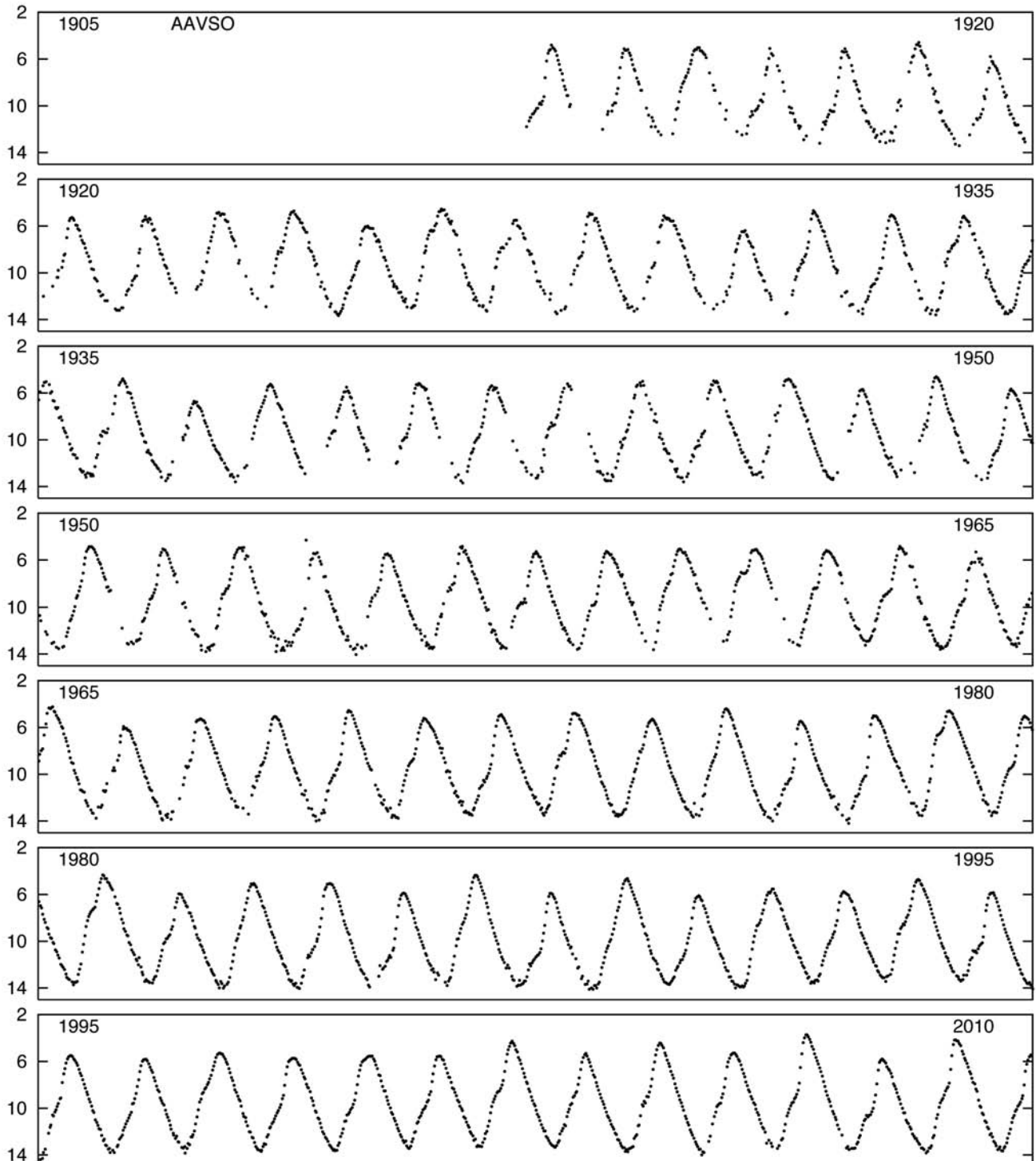
Звезда Z Жирафа – прототип подкласса катаклизмических переменных, карликовых Новых. Примерно раз в 26 суток у нее происходят вспышки, как у звезд типа U Близнецов; при этом ее блеск возрастает от звездной величины 13.0 до 10.5. С промежутками случайной продолжительности у нее случаются «остановки», когда блеск остается на постоянном уровне, примерно на одну величину ниже нормального максимума, от нескольких суток до 1000 суток. Остановки происходят, когда темп перетекания массы от вторичного компонента солнечного типа в аккреционный диск, окружающий белый карлик, слишком велик для того, чтобы происходили вспышки карликовой новой. См. http://www.aavso.org/vsots_zcam



χ Лебеда (тип Миры)

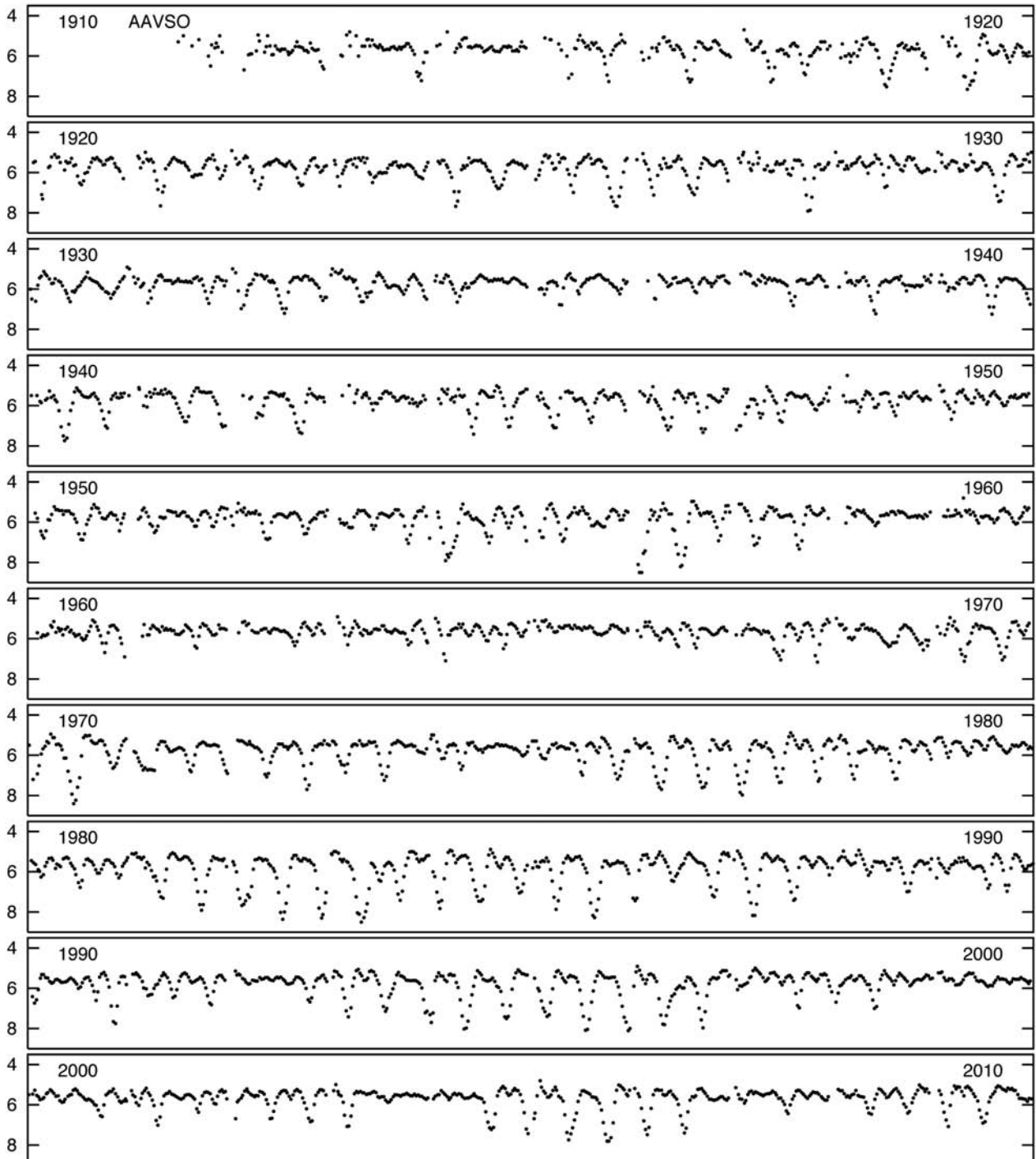
1905–2010 (средние за 7 суток)

χ Лебеда (иначе – Chi Лебеда или Khi Лебеда) – звезда типа Миры Кита, изменения блеска которой (в звездных величинах) – одни из самых больших среди всех известных звезд. Обычно поярчания и ослабления ее блеска происходят между 5-й и 13-й звездной величиной, но в августе 2006 г. она достигла блеска 3.8. Средний период изменений ее блеска составляет 407 суток.



R Щита (тип RV Тельца) 1910–2010 (средние за 7 суток)

R Щита – пример звезды типа RV Тельца. Такие звезды характеризуются изменениями блеска с последовательностью чередующихся глубоких (главных) и мелких (вторичных) минимумов, с амплитудой переменности, достигающей 4 звездных величин. Период определяется как интервал между двумя глубокими минимумами; он может составлять от 30 до 150 суток. Обычно это звезды спектрального класса от F до G в максимуме и от K до M в минимуме. За дополнительной информацией о R Щита обращайтесь к странице http://www.aavso.org/vsots_rsct



Приложение 2 – СЕКЦИИ AAVSO

В составе AAVSO организовано несколько секций, призванных охватить широту интересов наблюдателей AAVSO. Узнать, какие секции существуют, и получить дополнительную информацию о них, Вы сможете, посетив «Страницу, приглашающую наблюдателей» (“Observers’ Landing Page”) интернет-сайта AAVSO (<http://www.aavso.org/observers>) и щелкнув мышью по значку интересующей Вас секции.

Наблюдательные секции



Катаклизмические (взрывные) переменные (Cataclysmic Variables)

Новые, карликовые новые, повторные новые и симбиотические переменные



Долгопериодические переменные (Long Period Variables)

Звезды типа Миры Кита, полуправильные, звезды типа RV Тельца и все Ваши любимые красные гиганты



Затменные переменные (Eclipsing Variables)

Звезды типа Алголя (β Персея), W Большой Медведицы и все Ваши любимые затменные двойные



Молодые звездные объекты (Young Stellar Objects)

Наблюдательная программа, посвященная звездам до главной последовательности (YSO/PMS)



Короткопериодические пульсирующие переменные (Short Period Pulsating Variables)

Цфеиды и звезды типа RR Лир



Сеть высоких энергий (High Energy Network)

Гамма-всплески (GRB) и другие астрофизические явления высокой энергии



Солнечная секция (Solar)

Солнечные пятна и внезапные ионосферные возмущения (SID)



Экзопланеты (Exoplanets)

Программы наблюдений, связанные с исследованием планет у других звезд

Приложение 3 – ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

Вы – новый наблюдатель переменных звезд, и в Вашем распоряжении многочисленны ресурсы. Многие из них можно найти, воспользовавшись «Страницей, приглашающей наблюдателей» (Observers' Landing Page) на сайте AAVSO: <http://www.aavso.org/observers>. Ниже приведен список других полезных ресурсов.

Атласы

Ridpath, Ian (ред.) *Norton's Star Atlas and Reference Handbook* (20-е издание), исправленный выпуск 2007 г. типографии Dutton группы Penguin. ISBN 0-582356-55-5. (До 6-й величины).
Sinnott, Roger. *S&T Pocket Sky Atlas*. Издательство Sky Publishing, 2006 (до величины 7.6).
Sinnott, Roger W., и Michael A.C. Perryman. *Millennium Star Atlas*. Cambridge, MA: Издательство Sky Publishing, 1997. ISBN 0-933346-84-0. (До 11-й величины).
Tirion, Wil, и Roger W. Sinnott. *Sky Atlas 2000.0* (второе издание). Cambridge, MA: Издательство Sky Publishing, 1998. ISBN 0-933346-87-5. (До величины 8.5).
Tirion, Wil. *The Cambridge Star Atlas* (четвертое издание). New York: Cambridge UP, 2011. ISBN 978-0-521173-63-6. (До величины 6.5).
Tirion, Wil, Barry Rappaport и W. Remarkus. *Uranometria 2000.0* (второе издание). Richmond, Virginia: 2001. Том 1: Сев. полушарие до склонения –6; Том 2: Южн. полушарие до склонения +6 (до величины 9+). Сейчас перепечатан в виде издания, охватывающего все небо.

Михайлов, А.А. *Атлас звездного неба. Четыре карты звездного неба до 50° южного склонения, содержащие все звезды до 5½ величины*. Четвертое переработанное издание. Ленинград: Наука, 1978.
Данлоп, С. *Атлас звездного неба*. Москва: АСТ, 2007, ISBN 978-5-17-042311-8.

Книги и интернет-ресурсы по астрономии переменных звезд – основные и вводные темы

AAVSO. Variable Star of the Season (переменная звезда сезона). <http://www.aavso.org/vstar/vsots/>
AAVSO Variable Star Astronomy <http://www.aavso.org/education/vsa>
Hoffmeister, Cuno, G. Richter и W. Wenzel. *Variable Stars*. New York/Berlin: Springer-Verlag, 1985. ISBN 3540-13403-4. Русский перевод: Гоффмейстер, К., Рихтер, Г., Венцель, В. *Переменные звезды*. Москва: Наука, 1990. ISBN 5-02-014352-9.
Isles, John E., *Webb Society Deep Sky Observer's Handbook*, Vol. 8: Variable Stars. Hillside, NJ: Enslow, 1991.
Levy, David H. *Observing Variable Stars* (второе издание). New York: Cambridge UP, 2005.
North, G. *Observing Variable Stars, Novae and Supernovae*. Cambridge UP, 2004.
Peltier, Leslie C. *Starlight Nights: The Adventures of a Stargazer*. Cambridge, MA: Sky Publishing, 1999 (перепечатка первого издания, Harper & Row, NY, 1965). ISBN 0-933-346948.
Percy, John R. *Understanding Variable Stars*. Cambridge UP, 2007.

Другие книги по астрономии, охватывающие тематику переменных звезд или другие полезные темы

Kelly, Patrick (редактор). *Observer's Handbook* [публикуется ежегодно]. Toronto: Royal Astronomical Society of Canada, 136 Dupont Street, Toronto M5R IV2, Canada.
Burnham, Robert, Jr. *Burnham's Celestial Handbook* (в трех томах). New York: Dover, 1978.

Harrington, Philip S. *Star Ware: The Amateur Astronomer's Guide to Choosing, Buying, and Using Telescopes and Accessories* (четвертое издание). New York: Wiley, 2007.

Kaler, James B. *The Cambridge Encyclopedia of Stars*. Cambridge UP, 2006.

Kaler, James B. *Stars and their Spectra: An Introduction to the Spectral Sequence* (второе издание). New York: Cambridge UP, 2011. ISBN 978-0-521-899543.

Karttunen, H. и др. *Fundamental Astronomy*. Пятое издание, Springer, 2007.

Levy, David H. *The Sky, A User's Guide*. New York: Cambridge UP, 1993. ISBN 0-521-39112-1.

Levy, David H. *Guide to the Night Sky*. Cambridge UP, 2001.

MacRobert, Alan. *Star Hopping for Backyard Astronomers*. Belmont, MA: Sky Publishing, 1994.

Moore, Patrick. *Exploring the Night Sky with Binoculars*. Пятое издание, New York: Cambridge UP, 2000, ISBN 0-521-36866-9.

Norton, Andrew J. *Observing the Universe*. Cambridge UP, 2004.

Pasachoff, Jay M. *Peterson Field Guide to the Stars and Planets*. Четвертое издание, Boston: Houghton Mifflin, 2000. ISBN 0-395-93431-1.

Каретников, В.Г. (главный редактор). *Одесский астрономический календарь* [публикуется ежегодно]. Одесса: Астропринт.

Куликовский, П.Г. *Справочник любителя астрономии*. Москва: Ленанд, 2017. ISBN 978-5-9710-4291-4.

Самусь, Н.Н. *Переменные звезды*. Учебное пособие по курсу «Астрономия». <http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/Samus/index.html>

Сурдин, В.Г. (редактор). *Звезды*. Москва: Физматлит, 2009. ISBN 978-5-9221-1116-4.

Цесевич, В.П. *Что и как наблюдать на небе*. Шестое издание. Москва: Наука, 1984.

Шевченко, М.Ю., Угольников, О.С. *Школьный астрономический календарь* [публикуется на каждый учебный год]. Москва: ОАО «Планетарий».

Программное обеспечение

AstroPlanner, iLanga, Inc., Kirkland, WA (www.astroplanner.net).

Guide. Project Pluto, Bowdoinham, ME (www.projectpluto.com).

MegaStar. Willmann-Bell, Richmond, VA (www.willbell.com).

Red Shift. Maris Multimedia, Ltd., Kingston, UK (www.maris.com).

SkyTools, Skyhound, Cloudcroft, NM (www.skyhound.com).

Starry Night Backyard and Starry Night Pro. Sienna Software, Ontario, Canada (www.siennasoft.com).

TheSky and RealSky. Software Bisque, Golden, CO (www.bisque.com).

VStar. Программное обеспечение для анализа данных от AAVSO (<http://www.aavso.org/vstar-overview>).

Горанский, В.П. Программа поиска периодов переменных звезд Effect для Windows (<http://www.vgoranskij.net/software/>).

Приложение 4 – ИМЕНА ЗВЕЗД

*Приводимое ниже описание имен переменных звезд было написано наблюдателем, наставником, членом совета AAVSO Майком Симонсеном для издания *Еуерпесе Views* в июле 2002 г. Оно было пересмотрено и дополнено в октябре 2009 г.*

Общепринятая система обозначения переменных звезд архаична, но служит нам уже более 150 лет.

Чтобы не путать переменные звезды со звездами, обозначенными Байером строчными буквами от 'a' до 'q', Фридрих Аргеландер стал обозначать переменные буквами от 'R' до 'Z', за которыми должно следовать трехбуквенное сокращение названия созвездия (список всех официальных сокращений имен созвездий Вы найдете в таблице 4.1 на стр. xx). Когда все такие обозначения оказались израсходованными, стали использовать обозначения от 'RR' до 'RZ', от 'SS' до 'SZ' и т.д. Затем перешли к обозначениям от 'AA' до 'AZ', от 'BB' до 'BZ' и т.д. (буква J не используется). Все это дает 334 обозначения. Когда буквы закончились, звезды стали обозначать попросту V335, V336, V337 и далее без конца.

Будто бы этой путаницы недостаточно, с тех пор появилось множество префиксов и чисел, которыми обозначают переменные звезды и другие переменные объекты. Приводимая ниже информация призвана помочь читателю разобраться в значении и происхождении этих обозначений.

NSV xxxxx – Так обозначены звезды *Нового каталога звезд, заподозренных в переменности блеска*, который создан в Москве как приложение к *Общему каталогу переменных звезд* (ОКПЗ) Б.В. Кукаркиным и др. О переменности всех звезд каталога NSV были сообщения, но переменность не подтверждена, в частности, отсутствуют полные кривые блеска. Часть звезд каталога NSV в конце концов окажутся настоящими переменными; у других переменность окажется ложной. Информацию об этом и сам Общий

каталог переменных звезд можно найти по адресу <http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/intr.htm>.

У многих звезд и переменных объектов есть номера с префиксами, указывающими на фамилию астронома, имя обзора или проекта. Многие из таких обозначений – предварительные, они нужны, пока не будет присвоено общепринятое имя в системе ОКПЗ.

3C xxx – Это объекты из третьего кембриджского (3C) каталога (Edge et al. 1959), основанного на наблюдениях в радиоволнах, на частоте 158 МГц. Существует 471 3C-источник, они занумерованы в порядке возрастания прямого восхождения. Все объекты каталога 3C, представляющие интерес для наблюдателей переменных звезд – активные галактики (квазары, объекты типа BL Ящерицы и т.п.).

Antipin xx – Переменные звезды, которые открыл Сергей Витальевич Антипин, исследователь из Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга МГУ (Москва).

HadVxxx – Так обозначают переменные звезды, которые открыл Кацуми Хаседа. Среди открытий Хаседы – Новая 2002 г. в созвездии Змееносца, V2540 Oph.

He-3 xxxx – Переменные из работы «Наблюдения южных звезд с эмиссионными линиями» (Henize, K.G., 1976, "Observations of Southern Emission-Line Stars". Ap.J. Suppl. 30, 491).

HVxxxxx – Предварительные обозначения переменных, открытых на Гарвардской обсерватории.

Lanning xx – Звездные объекты, яркие в ультрафиолетовых лучах, которые обнаружил Ланнинг (H.H. Lanning) по пластинкам телескопа Шмидта с центрами преимущественно близ галактической плоскости. Всего опубликовано семь статей, названных «Список для поиска слабых звезд, ярких в ультрафиолетовых лучах, в плоскости Галактики».

LD xxx – Переменные, которые открыл Леннарт Дальмарк (Dahlmark), шведский пенсионер, живущий на юге Франции, получили такой префикс. Дальмарк искал новые переменные звезды фотографическим методом; к настоящему времени открыто несколько сотен звезд.

Markarian xxxx – Для объектов Маркаряна часто используется сокращение Mrk. Это активные галактики из списков, опубликованных советским армянским астрофизиком В.Е. Маркаряном. Маркарян искал галактики с необычно сильным излучением в ультрафиолетовом диапазоне, источником которого являются либо HII-области продолжающегося звездообразования, либо активные ядра. В 1966 г. Маркарян опубликовал статью «Галактики с ультрафиолетовым континуумом». Примерно в то же время Маркарян начал Первый бюраканский спектральный обзор неба (FBS), к настоящему времени заверченный. В 1975 г. Маркарян начал Второй бюраканский обзор (SBS). Соавторы Маркаряна продолжили SBS после его смерти. Дополнительную информацию Вы найдете в книге Дона Остерброка «Активные ядра галактик» (D. Osterbrock, 'Active Galactic Nuclei').

MisVxxxx – Обозначения MisV присваиваются переменным звездам из проекта MISAQ. В проекте MISAQ для поиска примечательных астрономических объектов и слежения за ними используются изображения, полученные в разных регионах мира. Число открытий переменных звезд к 18 мая 2014 г. достигло 1449. Кривые блеска приведены для немногих из этих звезд; типы и пределы переменности многих звезд до сих пор не известны. Адрес Интернет-сайта проекта: <http://www.aerith.net/misao/>

MDV xxx – Предварительные обозначения MDV (Moscow Digital Variable) присваиваются переменным, открытым полуавтоматическими методами по сканам фотопластинок из фототеки ГАИШ МГУ. К 2014 г. опубликованы исследования 595 звезд серии MDV.

OX xxx – Обозначения еще одной группы объектов состоят из префикса O, за которым следует буква, а затем – число (пример – OJ 287). Эти объекты обнаружены в университете штата Огайо на радиотелескопе “Big Ear” («Большое ухо») в серии обзоров, известных как Огайские обзоры.

S xxxxx – Это предварительные обозначения переменных, открытых в Зоннебергской обсерватории.

SVS xxxx – «Советские переменные звезды», предварительные обозначения переменных, открытых в Советской России и в СССР (всего 2887 звезд).

TK x – Сокращение TK – от инициалов Т.В. Крячко. Номера TK для новых переменных продолжают систему нумерации, впервые введенную в работе Крячко и Соловьева (1996). Акроним предложен самими авторами.

Имена многих переменных состоят из префикса, обозначающего обзор или спутник, за которым следуют координаты объекта.

2QZ Jhhmss.s-ddmss – Это объекты, открытые в обзоре красных смещений квазаров 2dF (что означает «диаметр поля 2 градуса»). Цель – получить спектры квазаров до столь больших красных смещений, что излученный этими объектами видимый свет оказался смещенным в далекую инфракрасную область. На самом деле наблюдения охватывают ультрафиолетовую часть спектра, из-за красного смещения попавшую в видимый диапазон. Как произошло и с большинством других обзоров квазаров, неожиданным побочным продуктом стали открытия катаклизмических переменных и прочих голубых звезд. Описание оборудования и его впечатляющие изображения можно найти по адресу
http://www.2dfquasar.org/Spec_Cat/basic.html
Домашняя страница:
<http://www.2dfquasar.org/index.html>

ASAS hhmmss+ddmm.m – Это акроним Автоматического обзора всего неба (All Sky Automated Survey), продолжающегося обзора, в котором ведется слежение за миллионами звезд до 14-й величины. Камеры для этого обзора установлены на обсерватории Лас Кампанас в Чили, поэтому он покрывает южное небо, от полюса примерно до склонения +28 градусов.

FBS hhmm+dd.d – Обозначение Первого бюраканского обзора и координаты объекта. Первый бюраканский обзор (First Buraikan Survey, FBS), известный также как обзор Маркаряна, покрывает примерно 17000 квадратных градусов.

EUVE Jhhmm+ddmm – Это объекты, найденные спутником Extreme Ultraviolet Explorer – спутником, запущенным NASA для исследования объектов на длинах волн крайнего ультрафиолетового диапазона. Первая часть миссии была посвящена обзору всего неба с использованием приборов, создающих изображения; в каталог внесен 801 объект. Вторая часть заключалась в наблюдениях при точном наведении, в основном со спектральными приборами. Одним из главных достижений проекта было обнаружение квазипериодических осцилляций у SS Лебедя.

FSVS Jhhmm+ddmm – Открытия обзора переменности слабых небесных объектов (Faint Sky Variability Survey), первого глубокого, широкоугольного фотометрического обзора с ПЗС-камерами, дающего хорошее покрытие по времени. Конкретной задачей было детектирование слабых точечных источников – до 25-й величины в полосах V и I и до звездной величины 24.2 в полосе B. Цели обзора – слабые катаклизмические переменные, другие взаимодействующие двойные, красные карлики и звезды низкой массы, объекты пояса Койпера.

HS hhmm+ddmm – Гамбургский обзор квазаров – это широкоугольный обзор с объективной призмой, направленный на поиск квазаров северного неба; полоса Млечного Пути не включена. Предельная величина – примерно 17.5В. Получение пластинок завершено в 1997 г.

PG hhmm+DDd – Обзор Palomar Green осуществлял поиск голубых объектов и покрывал 10714 квадратных градусов в 266 полях по снимкам с 18-дюймового телескопа Шмидта Паломарской обсерватории. Предельная величина отличается от поля к полю, составляя от 15.49 до 16.67. Обнаруженные голубые объекты преимущественно оказались квазарами и катаклизмическими переменными. Сведения о катаклизмических переменных были опубликованы в работе «Кандидаты в катаклизмические переменные в обзоре Palomar Green» (Green, R.F., et al. 1986, “Cataclysmic Variable Candidates from the Palomar Green Survey”, Ap. J. Suppl. 61, 305).

PKS hhmm+ddd – Это был большой обзор южного неба в радиодиапазоне (Ekers 1969), проведенный в Парксе (PKS), Австралия, сначала на частоте 408 МГц, а затем на частотах 1410 МГц и 2650 МГц. Обозначения источников представляют собой координаты равноденствия 1950 с отброшенными последними знаками. Например, 3C 273 = PKS 1226+023. До наших дней эта система остается наиболее распространенной и удобной для обозначения квазаров.

ROTSE1 (2, 3) Jhhmmss.ss+ddmdd.s – Эксперимент ROTSE (Robotic Optical Transient Search Experiment, роботизированный эксперимент по поиску транзиентных явлений) посвящен наблюдениям и обнаружению оптических транзиентов с характерными временами от нескольких секунд до нескольких суток. Особое внимание уделяется гамма-всплескам (gamma-ray bursts, GRB). Для обозначения объектов, обнаруженных в этом обзоре, используются их координаты с точностью до 0".01.

ROSAT – это сокращение слов «рентгеновский спутник» (ROentgen SATtellite). Спутник ROSAT был рентгеновской обсерваторией, разработанной в рамках кооперативной программы с участием Германии, США и Великобритании. Разработку спутника и управление им осуществляла Германия. Он был запущен в США 1 июня 1990 г., а отключен 12 февраля 1999 г.

Обозначения рентгеновских источников, зарегистрированных спутником ROSAT, могут начинаться с символов **1RXS**, **RXS** или **RX**. За ними следуют координаты спутника равноденствия J2000; количество знаков соответствует точности рентгеновского положения и звездной плотности в данном поле.

точность до секунд дуги →
RX J012345.6–765432
точность до десятых минуты дуги →
RX J012345–7654.6
точность до минут дуги →
RX J0123.7–7654

Увы, все эти обозначения могут относиться к одному и тому же объекту!

Rosino xxx или N xx – Переменные, обнаруженные итальянским астрономом Л. Розино в фотографических обзорах, в основном в скоплениях и галактиках.

SBS hhmm+dd.d – Так обозначают объекты, обнаруженные во Втором бюраканском обзоре неба; за аббревиатурой следуют координаты объекта.

SDSSp Jhhmmss.ss+ddmmss.s – Так обозначают открытия Слоуновского (Слоановского) цифрового обзора неба. Имена включают координаты объектов. Буквы SDSS означают Слоуновский цифровой обзор неба, буква p – предварительную астрометрию, Jhhmmss.ss+ddmmss.s – это координаты равноденствия J2000. В последующих работах о катаклизмических переменных, обнаруженных в SDSS (Szkody и др.) буква

“p” опущена, и теперь обозначения попросту имеют вид SDSS Jhhmmss.ss+ddmmss.s.

TAV hhmm+dd – Журнал “The Astronomer” («Астроном»), издающийся в Англии, проводит программу слежения за переменными звездами и звездами, заподозренными в переменности. Буквы TAV означают “The Astronomer Variable” (переменная журнала «Астроном»), за ними следуют координаты равноденствия 1950.

TASV hhmm+dd – TASV означает “The Astronomer Suspected Variable” (заподозренная переменная журнала «Астроном»), затем следуют координаты равноденствия 1950. Страницу переменных журнала «Астроном» можно найти по интернет-адресу <http://www.theastronomer.org/variables.html>

XTE Jhhmm+dd – Это объекты, обнаруженные в эксперименте Rossi X-Ray Timing Explorer (спутник для регистрации моментов рентгеновских явлений им. Б. Росси). Важнейшая задача эксперимента – изучение галактик и систем звезд, содержащих компактные объекты. К таким объектам принадлежат белые карлики, нейтронные звезды и, возможно, черные дыры.

Проводится все больше новых обзоров, в них удастся открыть новые переменные звезды; нет сомнений, что наш список нестандартных имен будет расти. Надеюсь, что приведенные объяснения будут полезны для понимания, что в существующих обозначениях нет ничего мистического, и подготовят читателя к будущему наплыву новых имен.

Существует интернет-страница Страсбургского центра астрономических данных (CDS), где можно найти подробную информацию о различных сокращенных обозначениях. Список сокращенных обозначений каталогов есть и в ОКПЗ.

УКАЗАТЕЛЬ

AUID	28	наблюдатель, инициалы	46
MyNewsFlash	44	наблюдательное оборудование	3–6
RR Лирь, тип звезд	31	наблюдения, запись	21–22
WebObs	46–48	наблюдения, как передавать	46–48
астеризмы	14	наблюдения, как производить	14
атлас	4	неправильные переменные	32
Бюллетень	43	Новые	32
ввод данных, программные средства	47	оборудование для наблюдений	3–6
визуальный формат	47, 49–51	окуляры	4, 5
вращающиеся звезды	34	ориентация карт	16–18
всемирное время (UT или UTC)	35	отчет, формат	47, 49–51
греческие буквы в именах звезд	29	передача наблюдений	46–51
гринвичское среднее время (GMT)	35	переменные звезды, имена	25
гринвичское среднее астрономическое время (GMAT)	35	переменные звезды, типы	30–34
затменные двойные	34	перепрыгивание от звезды к звезде	20
звездная величина	18	поле зрения	16
звездные карты	7–12	предельная звездная величина	19
звезды сравнения	12	пульсирующие переменные	30–32
интерполяция	15	Сверхновые	32
карты	7–12	сезонный перерыв	3
карты, масштаб	9	слабее, чем	21
карты, ориентация	16–18	созвездия, имена/сокращения	26–27
карты, система подготовки (VSP)	7–12	срочные сообщения AAVSO	44
катаклизмические переменные	32–34	фазовая диаграмма	30
ключевая звезда	14	часовые пояса, карта	39
коды примечаний	51	эруптивные переменные	30
кривая блеска, определение	30	эффeкт Пуркиньe	34
кривая блеска, примеры	30–34	юлианская дата, как вычислить	35–36
кривые блеска за длительное время	52–59	юлианская дата, необходимая точность	37
Международный реестр переменных звезд (VSX)	28	юлианская дата, примеры вычисления	36
		юлианская дата, таблица десятичных долей	40
		юлианская дата, таблица для 1996–2025 гг.	41