

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

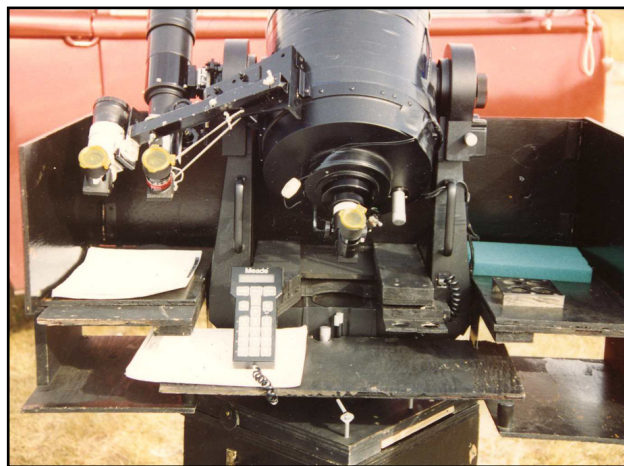
Совершенно необходимо создать эффективную систему хранения записей; наблюдатели придумали много различных систем. Некоторые вносят все наблюдения ночи в журнал наблюдений, а затем переносят их в журналы записей для отдельных звезд. Другие хранят журналы записей для каждой звезды на телескопе. Некоторые 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.