

Министерство просвещения РСФСР
ГЛАВУЧТЕХПРОМ
Завод «ШКОЛЬНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

ПАСПОРТ-АТТЕСТАТ
на ТЕЛЕСКОП-РЕФРАКТОР типа «РТМ»
№ 693.

I. Основные характеристики

- | | |
|---|--------|
| 1. Фокусное расстояние объектива | 600 мм |
| 2. Относительное отверстие | 1 : 10 |
| 3. Видимое увеличение трубы при окуляре 20—30 ^x | |
| 4. » » » » » 10—60 ^x | |
| 5. Диаметр зрачка выхода при окуляре 20—2 мм | |
| » » » » » 10—1 мм | |

II. Результаты проверки

Разрешающая сила трубы

Теоретическая
2"30

Фактическая
2.45

Прибор проверен отделом технического контроля по техническим условиям и чертежам завода и признан годным.

Начальник ОТК завода

Ст. мастер ОТК

«29 »

✓

1968 г.

Зак. 63

Тираж 10 000,

Типография 14-й ф-ки ГУТП, Москва, Земский пер., д. 9.

М.П.Р.С.Ф.С.Р.
ГЛАВУЧТЕХПРОМ
Завод № 6

ЧИСЛО _____ мес. 196 г.

Загорск Моск. обл.,
Комсомольская, 29

Упаковочный ярлык

Ящик № _____ ярлык

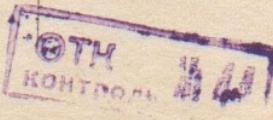
Назначение _____

№	Наименование содержимого	Колич.
	Яблескот Ги чанци	

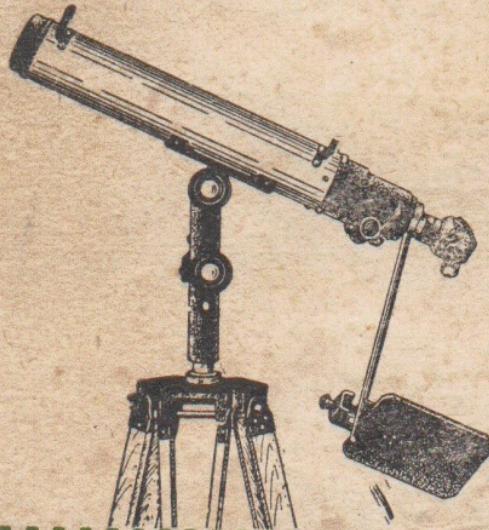
Упаковщик



Контролер



МЕЛЕСКОП- РЕФРАКТОР (УПРОЩЕННАЯ МОДЕЛЬ)



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

ГЛАВУЧТЕХПРОМ

*Америка
Северная Америка
Сент-Лоренс
р. Ганнапескью Над.*

ТЕЛЕСКОП-РЕФРАКТОР¹ (упрощенная модель)

Назначение прибора

Телескоп-рефрактор (упрощенная модель) предназначен для наблюдения учащимися небесных светил и явлений, иллюстрирующих проходимый в школе материал по курсу астрономии.

С помощью данного астрономического инструмента можно наблюдать на небе следующие явления:

1. Солнечные пятна и их движение, связанное с вращением Солнца вокруг его оси.
2. Лунные горные цепи и «моря»
3. Венеру и смену ее фаз, подобных лунным fazам.
4. Марс.
5. Юпитер с темными экваториальными полосами и с четырьмя вращающимися вокруг него спутниками-лунами.
6. Сатурн с кольцом.
7. Двойные звезды со взаимным расстоянием до 3,5 секунды дуги.

¹ Прибор изготавливается заводом «Школьного приборостроения», г. Загорск, Московской области, Комсомольская ул., 29.

8. Звездные скопления: Плеяды, в созвездиях Персея, Геркулеса и др.

9. Туманности: в созвездиях Ориона, Андромеды и др.

10. «Переменные звезды», яркость которых периодически изменяется, и другие подробности зве-

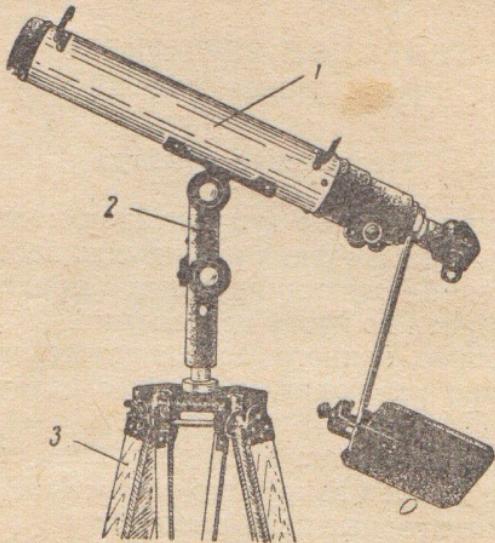


Рис. 1.

здного неба, недоступные невооруженному глазу.

Учитывая высокие оптические качества телескопа, его малые габариты и вес, он может быть рекомендован любительским кружкам по астрономии, педучилищам, санаториям, домам отдыха, клубам и отдельным любителям астрономии.

Устройство прибора

В комплект телескопа входят следующие основные части (рис. 1): зрительная труба 1 с объекти-

вом, азимутальная установка 2, штатив 3 и принадлежности: два сменных окуляра со съемными светофильтрами, зеркало в оправе, экран со штангой, светофильтр для объектива в оправе, диафрагма и защитный колпачок.

Телескоп с принадлежностями укладывается в футляр. Штатив транспортируется в отдельной таре.

Оптическая характеристика

Диаметр объектива — 60 м.м.

Фокусное расстояние объектива — 600 м.м.

К телескопу прилагаются два сменных окуляра с фокусным расстоянием 20 м.м и 10 м.м. Ниже приводятся параметры телескопа для каждого окуляра.

Наименование	Окуляр $f' = 20 \text{ м.м}$	Окуляр $f' = 10 \text{ м.м}$
Видимое увеличение телескопа	30x	60x
Субъективное (видимое) поле зрения	45°	40°
Объективное (истинное) поле зрения	1°30'	0°40'
Диаметр диафрагмы поля зрения	15,8 м.м	6,8 м.м
Диаметр зрачка выхода	2 м.м	1 м.м

Принципиальная оптическая схема

Телескоп устроен по схеме астрономической трубы Кеплера. На рисунке 2 представлена схема трубы Кеплера. (Для простоты объяснения объектив и окуляр изображены в виде простых линз.)

m - предельная звездная величина.

$$m = 2,5 + 5 \lg d \quad \text{где } d = 60 \text{ м.м.}$$

$$m = 2,5 + 5 \cdot 1,78 = 2,5 + 8,9 = 11,4$$

1,78

5

8,90

3

Параллельный пучок лучей, идущих от удаленной точки на оптической оси, проходит через объектив O_1 и собирается в заднем главном фокусе объектива F'_1 . Точка F'_1 совмещена с передним главным фокусом F_2 окуляра O_2 . Из точки F'_1 или F_2 лучи попадают в окуляр и после выхода из него делаются снова параллельными.

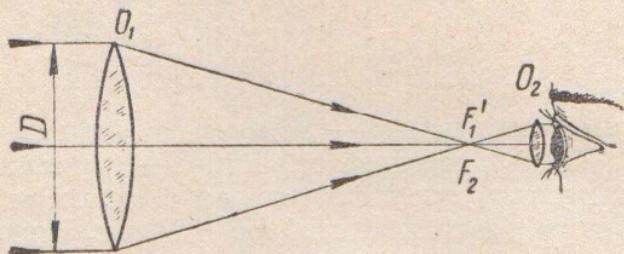


Рис. 2.

Данное рассуждение верно при рассмотрении изображения удаленной точки, лежащей на оптической оси. Но в зрительную трубу попадают и проходят через нее также лучи из всех точек, расположенных вне оптической оси.

Построение такого изображения показано на рисунке 3.

Направим телескоп на какое-нибудь небесное тело. Каждый участок поверхности этого тела посыпает в мировое пространство расходящийся пучок лучей. Та часть лучей, которая попадает в телескоп, ничтожно мала. Она находится внутри конуса, вершина которого расположена на небесном теле, а основание совпадает с объективом телескопа. Раствор конуса очень мал, так как высота его в миллионы и миллиарды раз больше основания.

Угол между лучами, находящимися внутри конуса, ничтожен. Поэтому с полным основанием можно считать, что лучи света, идущие от каждого участка поверхности небесного тела, падают на объектив телескопа параллельным пучком. Лучи, идущие от разных участков поверхности, конечно, непараллельны между собой. Наибольший угол образуют лучи, идущие к земле от противоположных участков небесного тела. Этот угол и является углом зрения, под которым невооруженный глаз видит небесное тело. Объектив сводит лучи каждого параллельного пучка в точку. Положение этой точки зависит от величины угла, который составляют лучи с оптической осью объектива. Лучи, параллельные оси, собираются объективом в точку, лежащую на оси. Лучи, наклоненные к оси, собираются в точки, лежащие выше или ниже фокуса. Таким образом, объектив телескопа дает действительное изображение далекого небесного тела.

Изображение в телескопе в огромное число раз меньше небесного тела. Какую же пользу приносит в таком случае объектив телескопа? Дело в том, что создаваемое объективом изображение небесного тела находится рядом с наблюдателем и его можно рассматривать с близкого расстояния. Поэтому угол зрения, под которым глаз видит это изображение, больше того угла, под которым видит небесное тело невооружённый глаз.

Для еще большего увеличения угла зрения в телескопе имеется вторая линза — окуляр. Окуляр, как обычная лупа, увеличивает полученное с помощью объектива действительное изображение.

Как видно на рисунке 3, изображение предмета в телескопе перевернутое. Такое изображение пред-

метов не вызывает каких-либо существенных неудобств при наблюдениях небесных тел. Но об этом следует помнить для правильной ориентиров-

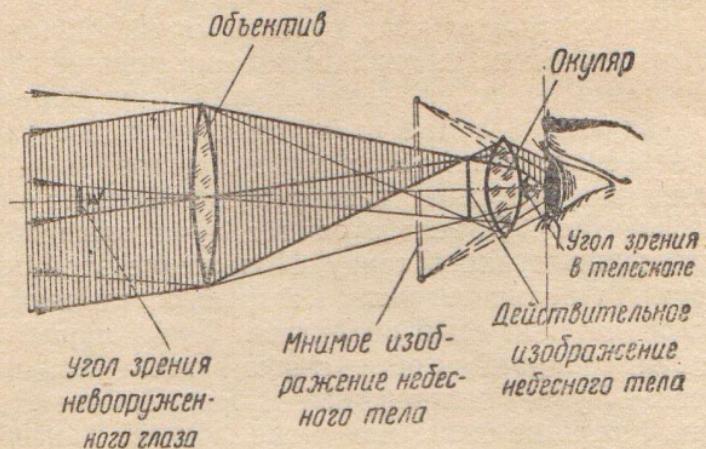


Рис. 3.

ки. Для наблюдения земных предметов телескоп без специальных дополнительных частей, дающих прямое изображение, не пригоден.

Конструкция основных узлов

Зрительная труба (рис. 4) телескопа состоит из корпуса 1, объектива 2, муфты с механизмом выдвижения 3, окулярной трубы 4, визирного устройства 5 и окуляра (на рисунке не показан).

Корпус 1 изготовлен из алюминиевого сплава. Снаружи корпус окрашен белой эмалью, внутри — черным нитролаком. На одном конце корпуса нарезана резьба для крепления объектива. На другом

конце имеются три отверстия для крепления муфты. Внутри корпуса запрессована диафрагма, служащая для частичного гашения так называемых «па-

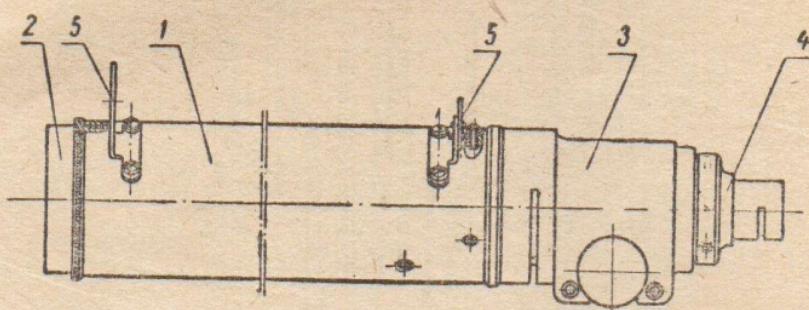


Рис. 4.

разитных» лучей, попадающих в объектив сбоку и мешающих наблюдению. На корпусе винтами закреплено визирное устройство.

Объектив (рис. 5) астрономический (ахромат расклешенный). В объективе сведены до минимума сферическая и хроматическая aberrации, а также кома и астигматизм, в результате чего звезда изображается вполне удовлетворительно. Объектив представляет собой оптическую систему, состоящую из двояковыпуклой линзы 1 и отрицательного мениска 2. Для соблюдения воздушного зазора между линзами на мениск наклеены три калибранные алюминиевые прокладки 3. Линзы установлены в латунную оправу 4 и отцентрированы относительно друг друга и их оптической оси. Линзы в оправе закреплены пружинным 5 и запорным 6 кольцами. Запорное кольцо зафиксировано стопорным винтом 7. Разбирать объектив не ре-

комендуется, так как он отъюстирован в лабораторных условиях.

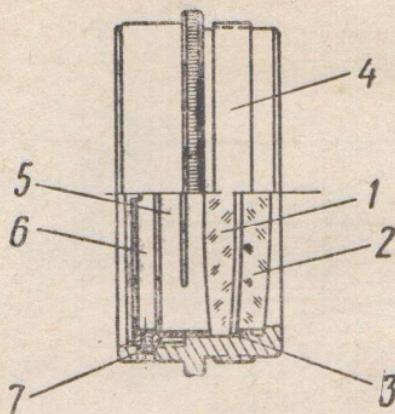
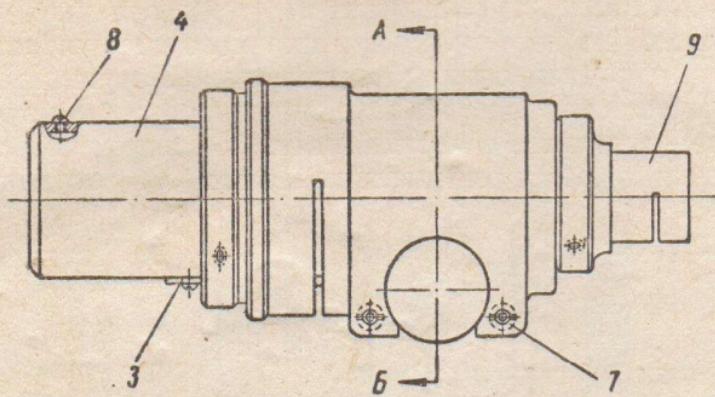
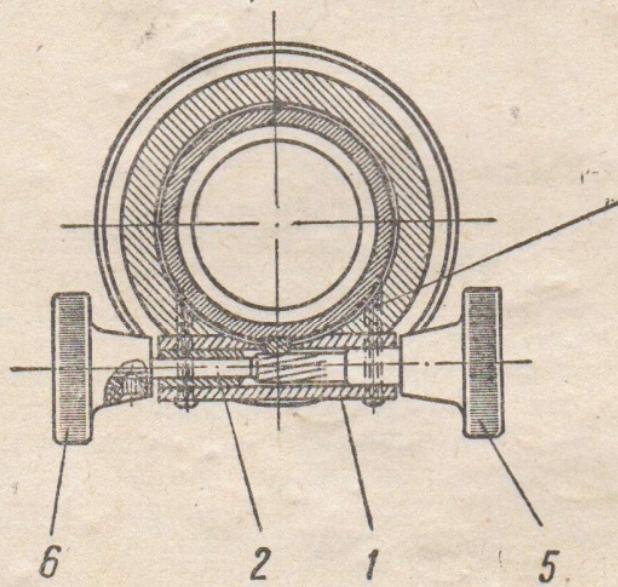


Рис. 5.

Муфта (рис. 6) является переходным звеном, связывающим корпус трубы с окулярной трубкой. К корпусу муфты привинчена колодка 1. Шестерня 2 входит в посадочное отверстие колодки и зацепляется с рейкой 3 окулярной трубы 4. Один конец оси шестерни запрессован в пластмассовую головку 5. На второй конец оси надета такая же головка 6, которая крепится при помощи стопорного винта. Для регулирования плавности хода окулярной трубы в приливах корпуса муфты предусмотрены два винта 7. Внутри корпуса муфты наклеены полоски из байки или бязи для обеспечения более плавного перемещения окулярной трубы.



Разрез по АБ



Гиc. 6.

Окулярная трубка (рис. 6) предназначена для установки в нее окуляров и плавного передвижения их при фокусировании телескопа. Наружная поверхность трубы глянцево никелирована, внутренняя — окрашена в черный цвет. С одной стороны трубы имеется специальный винт 8, ограничи-

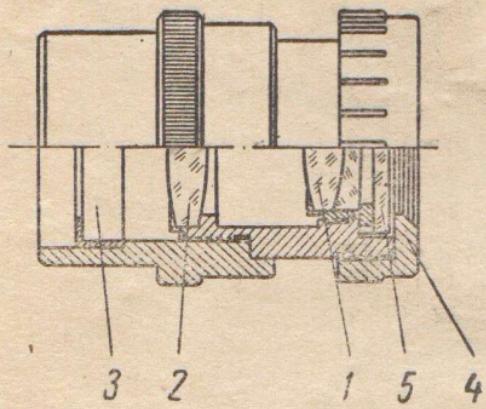


Рис. 7.

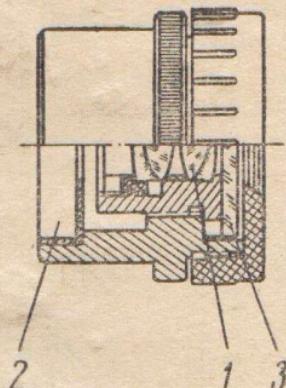


Рис. 8.

вающий ее выдвижение. С другой стороны укреплен патрубок 9, имеющий пружинящую прорезь. В нижней части трубы, в продольном пазе ее, укреплена зубчатая рейка 3.

Визирное устройство (рис. 4) представляет собой подобие простейшего прицела и служит для приведения желательного объекта в поле зрения телескопа. Поле зрения визира примерно 7° . Визир, расположенный ближе к наблюдателю, можно регулировать в четырех направлениях.

Окуляры. В телескопе применены два сменных окуляра. Как видно из таблицы оптической харак-

теристики, замена окуляра влечет за собой изменение условий наблюдения.

Окуляр кельнера $f' = 20$ мм (рис. 7) представляет собой оптическую систему, состоящую из трех

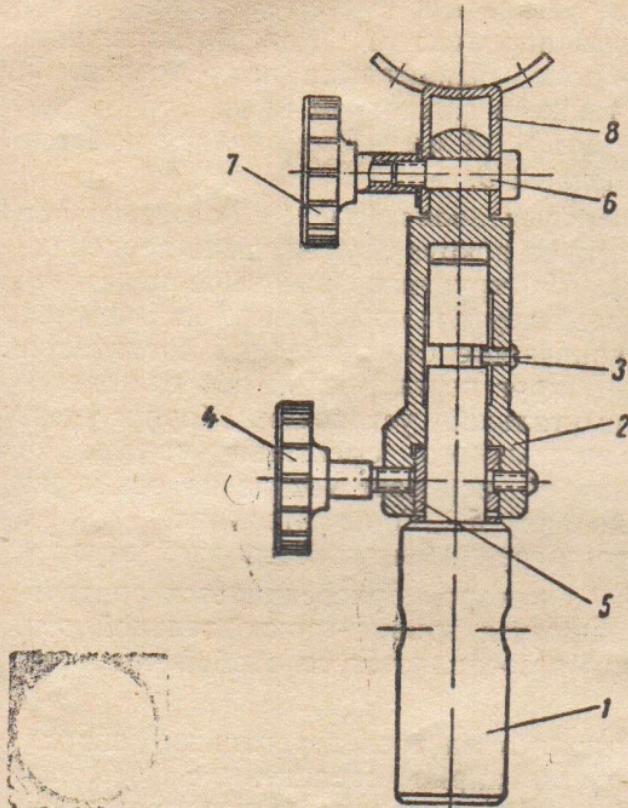


Рис. 9.

линз: двух склеенных между собой глазных линз 1 и одной коллективной линзы 2. Диафрагма поля зрения 3 расположена в фокальной плоскости окуляра и имеет диаметр 15,8 мм. Под пласт-

массовой глазной раковиной 4 помещается светофильтр (темное стекло) 5. Разбирать окуляр рекомендуется лишь для чистки оптики.

Окуляр симметричный $f' = 10 \text{ мм}$ (рис. 8) представляет собой оптическую систему, состоящую из двух одинаковых пар линз 1. Каждая пара линз склеена бальзамом. Диафрагма поля зрения 2 расположена также в фокальной плоскости окуляра и имеет диаметр 6,8 мм. При окуляре имеется съемный светофильтр 3.

Азимутальная установка (рис. 9) обеспечивает движение телескопа вокруг двух взаимно перпендикулярных осей. Конструктивно она выполнена следующим образом: вертикальная ось 1 в нижней части имеет коническое отверстие для соединения со штативом. Вокруг вертикальной оси вращается корпус 2 азимутальной установки. Корпус удерживается от продольного смещения винтом 3. Стопорный винт 4 передает усилие на ось через разжимное кольцо 5. Горизонтальная ось 6 имеет резьбовое соединение со стопорной втулкой 7. Скоба 8, к которой присоединяется зрительная труба, вращается вокруг горизонтальной оси. Зрительная труба соединяется со скобой четырьмя винтами.

Штатив выполнен на трех деревянных опорах, которые сверху шарнирно соединены с фасонным основанием. В центре фасонного основания укреплен становой болт с конусом Морзе № 3, на который устанавливается азимутальная установка телескопа. Во избежание соскальзывания опор штатива на них установлены крючки для крепления их ремней или веревкой.

Зеркало в оправе (рис. 10) применяется при визуальных наблюдениях над горизонтом (труба направлена в зенит), а также для проецирования на экран изображения Солнца. Зеркало 1 отполировано с точностью до 1 интерференционной полосы

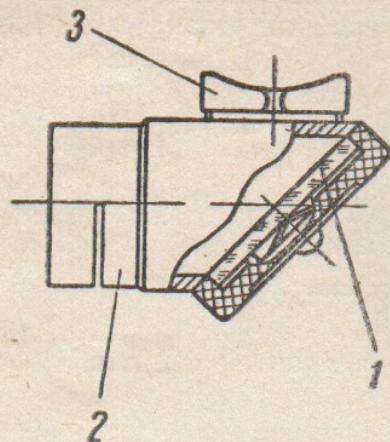


Рис. 10

и затем алюминировано. В оправе зеркало установлено под углом 45° к торцам цилиндрических патрубков 2 и 3. Патрубок 2 соединяется с окулярной трубкой, и в гнездо 3 вставляется окуляр.

Зеркало извлекать из оправы не следует.

Экран со штангой (рис. 3) применяется для проецирования изображения Солнца. Экран представляет собой деревянный прямоугольник размером 130×130 мм с укрепленной на нем скобой и за jakiным винтом. Штанга, на которой закреплен экран, соединяется с патрубком окулярной трубы по резьбе.

Светофильтр в оправе (рис. 11) необходимо применять при визуальном наблюдении Солнца. Стекло светофильтра удерживается в оправе запорным кольцом. Оправа надевается на объектив трубы. Как уже было сказано выше, в комплект телескопа входят два окулярных светофильтра. Все три светофильтра имеют общее назначение, но предпочтите-

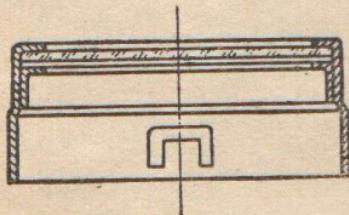


Рис. 11.

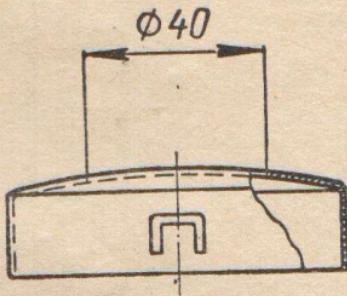


Рис. 12.

тельнее применять светофильтр в оправе. Окулярные светофильтры сохраняются как запасные.

При наблюдении Солнца в течение длительного времени в зрительной трубе концентрируется большое количество тепловой энергии. Такое чрезмерное нагревание деформирует оптические поверхности, что вызывает снижение качества изображения и, кроме того, приводит к расклейке глазной линзы окуляра, а в некоторых случаях даже к растрескиванию окулярных линз. Поэтому при солнечных наблюдениях в целях предосторожности следует применять диафрагму, которая существенно уменьшит нагревание. Диаметр светового отверстия диафрагмы равен 40 м.м.

Колпачок (рис. 12) по внешнему виду и габаритам не отличается от диафрагмы (в нем лишь отсутствует отверстие). Колпачок предназначен для защиты объектива от повреждений при хранении и транспортировке.

Футляр используется для переноски и хранения телескопа, изготовлен из дерева и окрашен снаружи нитролаком. Для амортизации трубы телескопа в гнездах футляра предусмотрены войлочные прокладки. Футляр снабжен ручкой и двумя замками.

Подготовка к наблюдениям

Откройте футляр, извлеките телескоп, установите его на штатив и закрепите азимутальную установку стопорными винтами. Удалите смазку на никелированных деталях, смахните пыль с металлических частей. После этого смахните мягкой чистой кисточкой пыль с передней поверхности объектива и наружных поверхностей окуляров. Телескоп готов для наблюдения.

Наводку телескопа на объект производите следующим образом: сначала грубо установите телескоп на выбранный объект при освобожденных стопорных винтах и отфокусируйте изображения, вращая в ту или другую сторону пластмассовую головку механизма выдвижения окуляра. Затем, держа глаз у визира, медленно перемещайте телескоп до тех пор, пока выбранный объект не займет центрального положения в визире. После этого перенесите глаз от визира к окуляру и убедитесь, что объект оказался в центре поля зрения или вблизи него; осторожно закрепите стопорные винты. (Же-

лательно объект вывести несколько правее центра поля зрения с учетом последующего перемещения объекта в силу суточного вращения небесного свода.) Подправьте по глазу фокусировку окуляра и проводите наблюдение. Начинающим астрономам для облегчения наводки следует применять сначала окуляр с $f' = 20$ мм, при котором поле зрения трубы большее. (См. оптическую характеристику.)

Наблюдать небо при помощи телескопа гораздо интереснее, чем невооруженным глазом. Впрочем, бывает, что при первой работе с телескопом наступает некоторое разочарование. Если на улице холодно, а в особенности ветрено, то все красоты неба могут потерять свою прелест. Да еще и трубу нужно хорошо настроить (навести на фокус), надо неотступно следовать за наблюдаемым объектом, плавно подвигая трубу, а это не всегда удается сделать быстро и гладко. Неудобства наблюдения увеличиваются, если применяется более крупное увеличение. В этом случае поле зрения трубы уменьшается. Малейшая подвижка трубы, даже случайное вздрагивание штатива — и светило исчезает из поля зрения. Но не надо смущаться.

Практикуйтесь в быстрой и точной наводке трубы и на избранный объект и на фокус. Делайте это сначала днем, наблюдая очень отдаленные предметы. Приобретенные навыки облегчат обращение с трубой при наблюдении небесных светил.

Работая с телескопом, нужно вести дневник. В дневнике записывать дату и точное время наблюдений: состояние атмосферы в начале наблюдения, ее изменение в процессе наблюдения и состояние в конце; необходимо также указать объект наблюдения, его положение на небе, с каким увеличением

велись наблюдения, и их результаты. К записям можно прилагать зарисовки.

Особое внимание уделите наблюдениям с применением зеркала, так как в этом случае придется рассматривать зеркальное изображение объектов.

Некоторые замечания перед наблюдениями

Почему телескоп не увеличивает звезд?

Смотря в телескоп на Солнце, Луну и планеты, мы видим их значительно большими, чем они видны невооруженному глазу. Создается впечатление, что эти небесные тела как бы приблизились к нам. Это происходит в результате того, что телескоп увеличивает угол зрения, а значит, и величину изображения небесных тел на сетчатке глаза. Поэтому глаз получает возможность рассмотреть некоторые подробности строения этих небесных тел.

Но если посмотреть в телескоп на звезды, то он не увеличивает их видимых размеров. Заметно только исчезновение видимых невооруженному глазу лучей, которые расходятся во все стороны от звезды. Причина лучистости звезд кроется в особенностях строения хрусталика глаза. Хрусталик неоднороден. Он состоит из отдельных волокон, расположенных в виде лучей по шести направлениям. Поэтому лучи света, проходящие через хрусталик, преломляются в нем так, что звезды кажутся нам окружеными лучистым веером. При наблюдении в телескоп зрачок выхода его как бы диафрагмирует наш глаз. В этом случае в глаз попадает лишь тонкий пучок света, проходящий через центральную

часть хрусталика. Влияние неоднородности хрусталика сказывается в этом случае в меньшей степени, и лучистый веер, окружающий звезды, исчезает.

Существует разница между условиями, при которых происходит наблюдение в телескоп Солнца, Луны и планет, и условиями, при которых наблюдаются звезды. Солнце, Луна и планеты, т. е. небесные тела нашей солнечной системы, находятся к Земле значительно ближе, чем звезды. Поэтому небесные тела солнечной системы и звезды видны с Земли под разными углами зрения.

При наблюдении Солнца, Луны и планет сам по себе уже достаточно большой угол зрения, под которым они видны невооруженному глазу, дополнительно увеличивается телескопом. Иное получается при наблюдении звезд. Телескоп и в этом случае также увеличивает угол зрения, но даже в самых сильных телескопах угол зрения не может быть увеличен настолько, чтобы звезды стали видны в виде дисков. Они по-прежнему кажутся глазу точками.

Возникает естественный вопрос: зачем же тогда применяют телескоп при наблюдении звезд?

Телескоп несменен увеличить видимые размеры звезд, но он усиливает их яркость и позволяет тем самым видеть звезды, не видимые невооруженным глазом. Дело в том, что телескоп направляет в глаз больше света. Входящий в объектив пучок лучей, пройдя через телескоп, «сжимается» и выходит из окуляра таким, что его поперечник равен поперечнику зрачка глаза. В глаз попадает света во столько раз больше, во сколько площадь объектива телескопа превышает площадь зрачка.

В нашем случае поперечник объектива равен

60 мм. Средний поперечник зрачка глаз равен 5 мм. Тогда при наблюдении в телескоп глаз получит света в 145 раз больше.

Измерение увеличения трубы

Для желающих проверить указанные в оптической характеристике значения видимых увеличений трубы предполагаются три независимые возможности измерения.

1. Измеряют тем или другим способом фокусные расстояния объектива и окуляра или доверяются их значениям, указанным в паспорте прибора, делят первое число на второе и получают видимое увеличение.

2. Наводят трубу на весьма удаленную крупную миру, например, геодезическую рейку или кирпичную трубу; наблюдают одновременно обоими глазами: одним через окуляр, другим непосредственно; считают, сколько интервалов мира (рейки) для неооруженного глаза укладывается в одном интервале, видимом через трубу. Это число и выразит видимое увеличение.

3. Измеряют действующее отверстие объектива и зрачок выхода; делят первую величину на вторую и получают видимое увеличение телескопа. Действующее отверстие объектива равно 60 мм. Зрачок выхода определяется следующим образом: труба фокусируется для наблюдения бесконечно удаленных предметов, т. е. передний фокус окуляра совмещается с задним фокусом объектива (рис. 1). Затем труба направляется на светлый фон (небо, белая стена). Тогда в некоторой плоскости окуляр строит изображение оправы объектива. Это изобра-

жение представляется в виде светлого кружка, который и является зрачком выхода. Для измерения его диаметра нужно поместить кусочек достаточно прозрачной миллиметровой бумаги перед окуляром и перемещать эту бумагу вдоль оси трубы, пока контуры кружка не представляются резкими.

Измеряют диаметр кружка с максимальной точностью.

Полезное увеличение

При максимальном увеличении 60^x , т. е. применяя окуляр с фокусным расстоянием 10 мм, телескоп разрешает угол 3,5 секунды. В этом случае увеличение 60^x называется полезным. Использовать окуляры с еще большим увеличением, иначе говоря, раздвигать изображение звезд еще больше, не имеет смысла. Никаких новых сведений о рассматриваемых звездах мы при больших увеличениях не получим. Большие увеличения могут принести даже и вред, так как при больших увеличениях глаз будет видеть те особенности изображения, которые называются дифракцией света и никакого прямого отношения к самим звездам не имеют. Могут создаться ложные представления о рассматриваемом объекте.

Если пытаться использовать более сильные окуляры, например с фокусным расстоянием 5 или 3,5 мм, то при этом почти никаких новых видимых деталей уже не прибавится.

Яркость и контрастность изображения упадут, не позволяя различить многие из тех деталей, которые были видны раньше, при меньшем увеличении.

Ограничение поля зрения, неизбежные вибрации

и смещения инструмента делают наблюдения более затруднительными.

Глаз нужно держать слишком близко к последней линзе окуляра, задевая ее ресницами; кроме того, в этом случае каждая пылинка и царапинка на линзах кажется более крупной. Чистка же линз затруднена малыми их размерами.

Таким образом, повышать полезное увеличение данного телескопа уже нецелесообразно.

Чтобы повысить полезное увеличение телескопа, необходимо увеличить поперечник объектива.

Астрономическая практика

Изучение курсового материала должно сопровождаться наблюдением Луны, Солнца, планет, двойных звезд, звездных скоплений, туманностей.

Для успешного преподавания астрономии в школе особое значение имеют собственные наблюдения учащихся, в процессе которых они приобретают конкретные представления об астрономических инструментах и обращении с ними, а также дополняют и закрепляют знания, наблюдая небесные тела.

Большое значение имеет также внеклассная работа: организация астрономических кружков, астроплощадок и самостоятельное изготовление простейших оптических инструментов для наблюдения небесных тел. Такого рода мероприятия целесообразно проводить не только в старших, но и в предшествующих классах. Учащиеся охотно посещают кружки по изучению астрономии.

Наблюдение с помощью телескопа можно вести как днем, так и при наступлении сумерек. Ночные

наблюдения наиболее эффективны, но они сопряжены с некоторыми неудобствами по времени и, следовательно, должны, как правило, осуществляться в кружковой работе учащихся.

Астрономический пункт следует выбирать там, откуда открывается по крайней мере южная часть неба.

Небесная сфера и Земля

Рассматривая небо невооруженным глазом, нам кажется, что это купол, опрокинутый над нашей головой. Земля нам кажется кругом, края которого как будто соприкасаются с небесводом по горизонту. В действительности небо с землей, конечно, не сходится, а линия горизонта — это видимая граница наблюданной части земной поверхности. Нам также кажется, что небесные светила находятся от нас на одинаковом расстоянии; в то же время в действительности светила отстоят от нас на различных и очень больших расстояниях.

Суточное движение Земли вокруг своей оси создает кажущееся представление о движении небесных тел (звезд, Луны, Солнца и планет) с востока на запад. Наблюдая ночью звезды, нам кажется, что они восходят и заходят.

Прежде чем приступить к наблюдению небесных тел, пользуясь астрономическим инструментом, необходимо ознакомить учащихся с законами движения светил и способами практического определения их координат. Необходимо иметь элементарное понятие о горизонтальной и экваториальной системе координат. Положение каждого светила на небесной сфере определяется двумя координатами:

На небесной сфере координаты отсчитывают относительно небесного экватора и начального круга склонения (экваториальная система). Если же координаты светил отсчитывать относительно горизонта, то мы будем пользоваться горизонтальной системой.

Определение времени и положения наблюдателя на Земле требуют измерения горизонтальных координат светил путем наблюдений.

Экваториальная система координат применяется для составления карты неба и для занесения светил в каталоги.

Что, где и как наблюдать

Ясным вечером используйте телескоп для наблюдения небесных светил: начните со звезд. Если звезды видны как крупные пятна, значит, труба не наведена на фокус. При наилучшей наводке звезды должны быть видны крошечными блестками, точками. Научитесь хорошо и быстро нацеливаться на небесные светила, ловить их в поле зрения трубы. При наблюдении всех небесных объектов наводка на фокус для данного окуляра и одних и тех же глаз остается одинаковой.

При выборе объекта для астрономических наблюдений зачастую создают затруднение облачность, туман. Возможность выбора объекта зависит главным образом от времени года, т. е. от того, какое положение в данный момент Земля, движущаяся вокруг Солнца, занимает относительно небесных светил. Эта возможность зависит также от того, какое положение относительно горизонта занимают небесные светила, которые вы хотели бы

наблюдать: находятся ли они над горизонтом в нужное время и как высоко. Если светило находится низко над горизонтом, наблюдение его становится затруднительным: воздух у поверхности Земли, т. е. именно в направлении к горизонту, имеет большую плотность, более запылен, что и создает препятствия к ясному видению.

Что же касается небесных светил, то они, естественно, не всегда находятся над горизонтом в нужный момент: те или иные звезды и планеты часто находятся над горизонтом днем, когда Солнце ярко освещает воздух. Вследствие этого мы и не можем заметить их относительно слабый блеск через светлую завесу воздуха. Луна также может находиться в той же стороне, где находится и Солнце: это бывает в новолуние или близ этой фазы. Она, как и другие небесные светила, может в нужный нам момент заходить вслед за заходящим Солнцем или восходить перед самым его восходом. Положение светил на небе все время меняется. Только звездное небо в определенные часы и дни каждого года имеет одинаковый вид.

Астрономический календарь

Все нужные наблюдателю сведения о положениях небесных светил и о небесных явлениях, предстоящих в том или ином году, публикуются в астрономических ежегодниках. Широко известен «Астрономический календарь», издаваемый Всесоюзным астрономо-геодезическим обществом. В этом справочнике публикуются нужные сведения о Солнце, Луне, планетах, спутниках планет, периодических

кометах, о предстоящих затмениях, покрытиях Луной звезд, о всяких явлениях в солнечной системе и прочий справочный материал.

Рекомендуется иметь и постоянную часть календаря, т. е. специальный справочник, содержащий все данные, не подвергающиеся ежегодным изменениям: сведения о солнечной системе, о звездах, туманностях; системы небесных координат, время и его определение, истинные и видимые движения небесных тел, всякого рода вычисления, инструкции и таблицы.

Очень хорошим материалом является и «Школьный астрономический календарь», ежегодно издаваемый издательством «Просвещение».

Карта звездного неба

Второе, что нужно иметь наблюдателю, — это подвижная карта звездного неба, т. е. карта, которая показывает расположение созвездий для нужного времени. Подвижная карта прилагается к постоянной части «Астрономического календаря», «Школьному астрономическому календарю» и учебнику астрономии средней школы.

Звезды и созвездия

Древние наблюдатели разбили звездное небо на участки, произвольно сгруппировав в них звезды в фигуры-созвездия. В своей фантазии они придали этим искусственным группам звезд очертания зверей, сказочных чудовищ, легендарных героев, различных предметов. Так появились в небе созвездия: Лев, Орел, Лебедь, Дракон, Лира, Весы, Геркулес,

Персей и др. Под прежними названиями в качестве строго очерченных участков звездного неба, определенных международным соглашением астрономов, известно в настоящее время 88 созвездий. Некоторые созвездия очень невелики: число звезд в них определяется несколькими десятками. Они занимают на небе площадь по несколько квадратных градусов. Другие, наоборот, занимают на небе огромные площади и имеют по две и более сотни звезд, видимых невооруженным глазом.

Разбивка звездного неба на созвездия помогает легко и просто находить нужные его участки, указывать (понятно для всякого), кто хоть немножко знает звездное небо, определенные места.

Как найти главнейшие созвездия

Отсылая интересующихся к звездным картам и атласам, а также к достаточно полным руководствам, мы сделаем здесь только самый общий обзор наиболее приметных созвездий.

Всем известен семизвездный «Ковш». Изогнутую его ручку образуют три звезды, а четыре звезды имеют форму четырехугольника. Это семь наиболее ярких звезд огромной звездной группы—созвездия Большой Медведицы. Никогда у нас в СССР эти звезды за горизонт не заходят. По ним легче всего находить и другие созвездия, заметив их расположение относительно Большой Медведицы.

Так, на продолжении прямой линии, соединяющей две крайние звезды «Ковша», находится Полярная звезда. Эта звезда постоянно находится приблизительно на одном и том же месте относительно горизонта и, таким образом, всегда показывает одно и то же направление — направление к

Северному полюсу. Став к ней лицом, мы будем смотреть на север. Тогда сзади нас будет юг, справа — восток и слева — запад.

) По другую сторону от Полярной звезды, на расстоянии приблизительно таком же, на каком от нее находится созвездие Большой Медведицы (пять расстояний между двумя крайними звездами «Ковша»), находится созвездие Кассиопея: пять наиболее крупных звезд образуют фигуру, напоминающую перевернутую и несколько растянутую у основания букву «М».

Под Кассиопеей в виде гораздо большего семизвездного ковша с прямой ручкой расположены созвездия Андромеда и Пегас, а слева от них — Персей.

Почти точно по направлению двух крайних звезд ручки «Ковша» находится очень яркая звезда Арктур на созвездии Волопас.

Под Б. Медведицей в виде трапеции раскинулось созвездие Лев с яркой звездой в нем — Регулом. Накрест к линии, соединяющей Б. Медведицу с Кассиопеей, расположены созвездия: по одну сторону — Возничий (в нем очень ярко блестит соломенно-желтая звезда Капелла) и по другую — Лебедь. В Лебеде очень ярко блестит его главная звезда Денеб. Правее этой звезды видна самая яркая звезда северной половины неба — Вега в созвездии Лиры. Под Денебом и Вегой ярко сияет Альтаир в созвездии Орла.

Альтаир, Денеб и Вега вместе образуют огромный равнобедренный треугольник. Его часто называют «летним» треугольником, так как звезды его раньше, лучше и дольше других видны в светлые летние вечера и ночи.

Между Львом и Возничим блестят две яркие звезды созвездия Близнецов — Кастор (верхняя) и Полукс (нижняя). Правее этих звезд (под Возничим) находится созвездие Телец в виде довольно большого равнобедренного треугольника, в вершине которого находится яркая красноватая звезда Альдебаран. В этом созвездии ярко переливается тесная звездная группа — звездное скопление Плеяды («Стожары»).

Под Тельцом, образуя большой неправильный четырехугольник, блещут звезды созвездия Орион. В середине четырехугольника Ориона находятся в близком видимом соседстве три звезды, вытянутые в прямую линию. Это так называемый «пояс Ориона». По направлению, указанному «поясом Ориона», влево, снизу, мы найдем самую яркую звезду всего звездного неба — Сириус. А выше и немного левее Сириуса находится очень яркая звезда Процион из созвездия Малого Пса.

Какие созвездия, когда и где видны

В зависимости от времени года и суток звезды занимают над горизонтом разное положение, все время перемещаясь относительно горизонта вследствие вращения земного шара. Подвижная карта укажет, как расположены звезды в любой интересующий нас момент. Здесь мы дадим лишь самые общие указания, касающиеся расположения звезд зимой, весной, летом и осенью в один и тот же час — около 23 часов.

В разгар зимы (в конце декабря — начале января) в этот час Б. Медведица находится на северо-востоке и затем поднимается выше и выше. Ручка

ковша опущена к горизонту. (Арктур не виден; он находится за горизонтом.) Кассиопея находится по другую сторону (через Полярную звезду), на северо-западе. Высоко в небе, близ зенита, ярко блестит Капелла. Под ней на юге—Орион с блестящим его окружением (Телец, Близнецы, Сириус, Процион). Правее, на юго-западе,—Андромеда с Пегасом. На востоке восходит Лев. В западной стороне—звезды «летнего» треугольника Денеб и Вега; Альтаир — за горизонтом.

Через три месяца в тот же час Б. Медведица будет находиться прямо над головой: Кассиопея же — низко над горизонтом, на севере. На юге, высоко над горизонтом,—Лев; на востоке—Арктур, севернее его — Вега и Денеб. Капелла склоняется к горизонту в северо-западной части неба. В западной части заходит Орион и склоняются к горизонту соседние с ним созвездия Тельца, Близнецов и др.

Еще через три месяца, в разгар лета (в период самых коротких ночей), в тот же час мы застанем Б. Медведицу на северо-западе, Кассиопею на северо-востоке. В северной стороне, низко над горизонтом; в лучах немеркнущей зари ярко сияет Капелла. Вега блестит близ зенита, слева от нее—Денеб, а внизу на юго-востоке—Альтаир. В западной стороне склоняется к горизонту Арктур.

Еще через три месяца к началу октября, Б. Медведица оказывается невысоко над горизонтом на севере, Кассиопея же — в самом высоком положении близ зенита. Капелла блестит на северо-востоке. На востоке уже показываются Плеяды, предшествуя восходу зимних созвездий. Звезды летнего треугольника блещут в юго-западной стороне. На юго-востоке—Андромеда с Пегасом, левее их—Пер-

сей. Отчетливо выделяется в безлунные ночи светлая туманная полоса—Млечный Путь, тянущийся с юго-запада на северо-восток, через созвездия Орла, Лебедя, Кассиопеи, Персея и Возничего.

Наблюдение Солнца

При помощи телескопа можно наблюдать пятна на Солнце. Наблюдать Солнце в теплое время года следует до полудня, когда воздух еще не так нагрет, а значит, и более спокоен (всякие воздушные течения искажают изображения наблюдаемых объектов и тем сильнее, чем интенсивнее эти течения).

Никогда не смотрите на Солнце незащищенным глазом во избежание потери зрения. Солнце можно наблюдать только через темное стекло. (В комплекте прибора имеются два окулярных светофильтра и один светофильтр в оправе, надевающийся на объектив.) Диафрагмируйте объектив.

Но можно наблюдать изображение Солнца на экране. Для этого укомплектуйте телескоп принадлежностями (диафрагма, зеркало в оправе и экран со штангой) согласно рисунку 3. Темное стекло в этом случае, конечно, применять не нужно.

Перемещением окулярной трубки добейтесь получения отчетливого изображения Солнца на экране. В зависимости от расстояния экрана от окуляра можно получить и большее и меньшее изображение Солнца. Но, конечно, чем больше это изображение, тем менее ярким оно будет. Не наводите трубу на Солнце прицеливаясь, так как Солнце слишком ярко светит. Ставьте трубу по ее тени.

Наблюдая пятна, ведите их счет, зарисовывайте их положение на диске Солнца (на экран нужно

приколоть кнопками листок белой чистой бумаги), отмечайте перемещения их.

При визуальных наблюдениях и с применением экрана после трех минут работы закрывайте объектив колпачком для охлаждения зрительной трубы с паузой до 5 минут.

Луна — лучший объект для наблюдений

В смысле общедоступности и красоты зрелища нет больше ни одного светила, подобного Луне. Наилучшие условия для наблюдения Луны бывают в первые десять дней после новолуния. В это время Луна видна рано вечером: резкие длинные тени отчетливо подчеркивают горные образования на поверхности нашего спутника. Особенно хороша Луна после новолуния ясными весенними вечерами, когда она находится высоко над горизонтом: на светлом еще фоне неба ярко блестит ее узкий серп, а сбоку видна остальная часть лунного диска в пепельном свете.

Наблюдать Луну день за днем, обозревая ее поверхность, — большое удовольствие. Сравнивать лунный диск с картой и запоминать ее топографию — этого хватит на много вечеров.

На картах Луны детали лунной поверхности изображены так, как это видно в трубу с астрономическим окуляром, т. е. север — внизу, а юг — вверху.

Невооруженным глазом на Луне можно различить какие-то неясные темные пятна. Они особенно резко выделяются во время полнолуния и лучше всего в тот момент, когда Луна находится низко

над горизонтом. В это время общая яркость ее значительно ослаблена, вследствие чего пятна резко выделяются.

При наблюдении в телескоп Луны видны несколько больше темных, причудливо разбросанных по светлому лунному диску пятен. Эти пятна называются «морями». Горы на Луне имеют форму кольцевых валов с углублениями внутри. Кольцевые лунные горы в настоящее время называются кратерами.

Расположение лунных морей, а в связи с этим и главнейших кратеров легко запомнить, заметив некоторые простые детали: в правой верхней части лунного диска находится огромная равнинная область, называемая Морем Дождей, в левой части — значительно меньшая равнинная область — Море Ясности. Под ними расположена громадная горная цепь — Аппенины, несколько правее находится Океан Бурь и т. д.

Обозревая лунную поверхность, следует напомнить, что различные детали на ней видны лучше в определенные моменты, зависящие от фазы, т. е. от того, с какой стороны и при какой высоте данное место Луны освещает Солнце.

В первые дни после новолуния у западного края лунного серпа выделяется небольшое Море Кризисов, имеющее вид темной впадины, окруженной кольцевым валом (это самое маленькое «море» Луны). На самом южном конце серпа молодой Луны можно различить Горы Лейбница. Если этот высокий горный хребет оказывается на самом краю лунного диска, горы эффективно выделяются как зазубрины.

Когда Луна будет в фазе около первой четвер-

ти, выступит много новых деталей лунной поверхности. Из них наиболее интересны три тесно друг с другом сомкнутых кратера Теофил, Кирилл и Екатерина (в юго-западном сегменте Луны).

К десятидневному возрасту Луны выступит область Моря Дождей с прилегающими к нему Апеннинаами (на юге) и Альпами (на севере). Вдоль линии север — юг вытягиваются три огромных кратера: Птслемей (северный), Альфонс и Арзаль.

К полнолунию картина Луны становится менее интересной: тени, подчеркивающие рельеф лунной поверхности, почти исчезают; Луна просто слепит глаза. Но она после полнолуния опять будет иметь ряд интересных особенностей. Очень любопытно и поучительно следить за изменением направления и длины теней по мере изменения высоты Солнца над определенными местами лунной поверхности.

Планета Юпитер и ее четыре спутника

Юпитер наблюдается в телескоп в виде довольно отчетливо очерченного диска (кружка). Около планеты наблюдаются малояркие светила-спутники. Очень интересно день за днем наблюдать, как меняют спутники Юпитера свои места, двигаясь вокруг планеты.

Пользуясь указаниями «Астрономического календаря», где делаются таблицы ежедневных положений спутников Юпитера, можно наблюдать явления затмений спутников, а также прохождения спутников перед диском планеты.

Другие планеты

Планеты Венера и при благоприятных условиях Меркурий в момент их видимости могут наблюдаться в фазах, которые они имеют, подобно Луне. Что касается планеты Сатурн, то она в телескоп будет видна с кольцом, но какие-либо детали строения кольца различить будет невозможно.

На Марсе что-либо интересное наблюдать нельзя.

Пользуясь звездной картой и данными календаря, можно различить среди звезд седьмую по расстоянию от Солнца планету Уран, не видимую невооруженным глазом.

Звезды, звездные системы и скопления

В телескоп можно увидеть довольно много звезд там, где невооруженный глаз видит их считанные единицы. Особенно много можно различить звезд в области Млечного Пути. Увлекательное зрелище представляют при наблюдении в телескоп Плеяды и области вблизи «Пояса Ориона».

Некоторые двойные звезды вполне доступны для наблюдения в данный телескоп.

Наблюдения звезд, особенно звездных скоплений и туманностей, не следует производить во время полнолуния или близко к полнолунию. Во время любой другой фазы Луны наблюдения предпочтительно вести в части неба, удаленной от Луны.

Ниже дан список наиболее интересных двойных звезд.

В таблице указаны так называемые «звездные величины». Напомним, что этот термин является условным обозначением видимой яркости звезды.

Разница в одну величину означает, что яркость одной звезды составляет 0,4 яркости другой (одна в 2,5 раза ярче другой).

Название	Звездные величины составляющих	Угловое расстояние составл.	Окраска составляющих
ζ Лиры	4,3—5,7	44"	Желтая и зеленая
β Альбирео (Лебедя)	3,2—5,3	34"	Желтая и голубая
η Персея	3,9—8,7	28"	Желтая и голубая
α Гончих			
Псов	2,9—5,4	20"	Желтая и лиловая
61 Лебедя	5,6—6,3	26"	Обе оранжевые
z Б. Медведицы	2,4—3,9	14"	Обе белые
δ Скорпиона	2,9—5,1	13"	Белая и зелено-желтая
γ Дельфина	4,5—5,5	11"	Желтая и зеленая
γ Андromеды	2,3—5,1	10"	Оранжевая и голубая

Уход за прибором

Не допускайте появления ржавчины на металлических деталях, для чего периодически проверяйте сохранность окраски. Незащищенные места, появляющиеся при неосторожном обращении с прибором, закрасьте лаком или эмалью. При длительном хранении телескопа в помещении смажьте никелированные поверхности тонким слоем технического вазелина. Особое внимание уделяйте чистоте поверхностей оптических деталей. Чистку оптических поверхностей во избежание царапин производите как можно реже и по возможности никогда не прикасайтесь к ним пальцами.

Если по каким-либо причинам на внешних поверхностях окажется грязь или жирные следы от пальцев, то вооружитесь чистой обезжиренной мягкой тряпкой и, предварительно подышав на стеклянную поверхность, протрите ее почти без нажима до исчезновения грязи и пятен. Если это не помогло, то смочите угол тряпочки чистой водой, мыльной водой или, наконец, спиртом, отожмите избыток жидкости, промойте поверхность и протрите ее почти без давления чистым и сухим местом тряпочки.

При чистке окуляров осторожно разберите оправку и протрите все оптические поверхности линз методом, указанным выше, после чего тщательно соберите оправу.

С алюминированной поверхности зеркала допускается лишь смахивание пыли мягкой обезжиренной кисточкой (беличьей или барсучьей), не разбирая оправы.

По окончании астрономических наблюдений обязательно закройте объектив телескопа колпачком; особенно это важно, когда телескоп вносится с холода в теплое помещение, так как при этом открытая поверхность линзы объектива обильно покрывается росой. При таком отпотевании оптических поверхностей их ни в коем случае не следует протирать тряпкой (прежде всего это бесполезно, пока телескоп холодный), а нужно предоставить телескопу время приобрести комнатную температуру, после чего влага сама собой испарится, не оставив следов и пятен на поверхностях.

Телескоп и принадлежности к нему следует уложить в футляр и хранить в сухом месте.

$$S = \frac{4'' \cdot 56}{\varnothing}$$

4 56

27,1 mm

27,1

54,2 mm

116 160
286 1,1

Издание 6-е.

Редактор Б. П. Крамаров.

Ред. издательства А. Я. Сонин.

Подп. к печати 10/1-1967 г.

Бумага 70×108¹/₃₂.

Зак. 355.

1,12 (1,53) п. л.

Бесплатно.

Уч.-изд. л. 1,25.

Тираж 3000.

Типография 14-й ф-ки ГУТП, Москва, Земский пер., д. 9.

К прибору
прилагается
бесплатно

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОСВЕЩЕНИЕ»
Москва — 1967

