

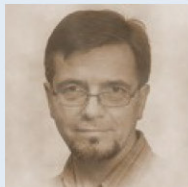
## 114 мм Ньютон с корректором от Levenhuk

ОТВЕТИТЬ ↗

Поиск в теме...

Поиск

Сообщений: 17 • Страница 1 из 1

**Ernest**  
ОсновательСообщения: 5057  
Зарегистрирован: 12 окт 2009,  
11:55  
Откуда: Санкт-Петербург

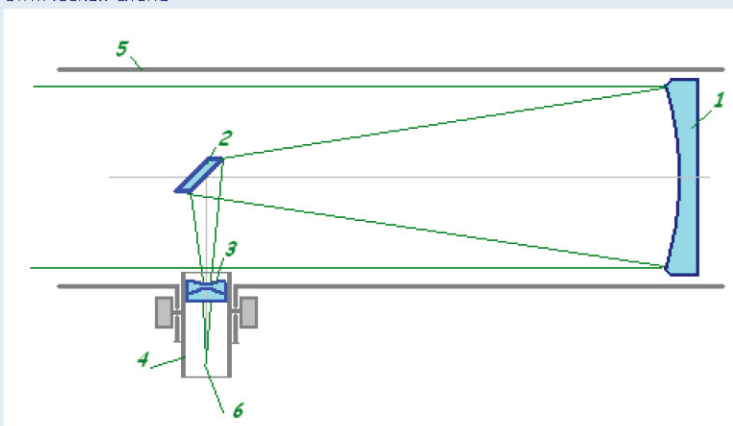
## 114 мм Ньютон с корректором от Levenhuk

Ernest » 23 фев 2013, 14:02

## Обзор трубы телескопа Levenhuk Skyline 120x1000 EQ

## История

Этот телескоп по моей просьбе где-то добыл Сергей Ларионов, для того чтобы я мог наконец разобраться в особенностях его конструкции и использования. Его оптическая схема состоит из сферического вогнутого относительно светосильного главного зеркала в глубине трубы, обычного для Ньютона диагонального и предфокального линзового корректора (отрицательная склейка).

*Оптическая схема*

Корректор с одной стороны подобно линзе Барлоу удлиняет примерно в 2 раза фокусное расстояние главного зеркала (доводя относительное отверстие примерно до 1:8), а с другой - исправляет его сферическую aberrацию. Корректор это склеенный блок из двух линз - положительной и отрицательной для того, чтобы попутно с исправлением сферической не вносить хроматическую aberrацию. Расчет показывает, что остаточный хроматизм (хроматизм положения второго порядка), которые вносит корректор, невелик, а вот кома сферического зеркала значительно больше, чем у классического Ньютона с параболическим главным зеркалом. Телескопы этой схемы имеют крайне негативную репутацию у любителей астрономии, хотя в расчете вроде бы все более-менее. Владельцы жалуются на скверное качество изображения, какие-то фатальные трудности с юстировкой, пластмассовые линзы корректора и т.п. Я давно уже хотел посмотреть вблизи на трубу такого телескопа - что же не так с ее реализацией, иметь возможность в будущем помогать обладателям этого "счастья" более предметно.

## Характеристики декларируемые продавцом

Тип телескопа	рефлектор
Оптическая схема	Ньютона* <sup>1</sup>
Диаметр объектива, мм	114* <sup>2</sup>
Фокусное расстояние, мм	500* <sup>3</sup>
Светосила (относительное отверстие)	f/8,8
Максимальное полезное увеличение, крат	230* <sup>4</sup>
Разрешающая способность	1.2"* <sup>5</sup>
Проницающая способность (звездная величина, приблизительно)	12.2
Окуляры в комплекте	SUPER 10 мм (100x)
	SUPER 25 мм (40x)
Посадочный диаметр для окуляров	1.25" (31,75 мм)

Искатель	5x24 <sup>х6</sup>
Вес трубы, кг	3,6 <sup>х7</sup>

**Примечания:**

1. схема Ньютона с предфокальным корректором сферической аберрации
2. любопытно что же значит надпись на ярлыке этого телескопа 120/1000? Увидевший должен вероятно подумать об апертуре 120 при фокусном расстоянии 1000 мм
3. вероятно имеется ввиду фокусное расстояние главного зеркала (иначе получается вопиющее противоречие с отп. фокусным расстоянием строчкой ниже), потому как реальное фокусное расстояние системы составляет около 800 мм, при этом измеренное фокусное расстояние главного зеркала 450 мм. Очевидно, продавец получил сопроводительную документацию на 120/1000 мм телескоп и именно оттуда все эти данные.
4. говоря по совести, увеличение больше 150x уже едва-ли может быть рекомендовано для этого телескопа
5. 1.2" это по формуле 140"/D, если по критерию Дове, то 114"/D и предел разрешения составит 1" (одну угл. секунду)
6. искатель имеет увеличение 4x и входную апертуру 12 мм (!)
7. вес трубы меньше, всего 2.6 кг

## Внешний вид

Труба очень легкая (2.6 кг) и имеет скромные габариты (Ø145x470 мм). Она монтируется на самых легких монтировках, как, например, на моей Porta от Vixen.

*Телескоп на монтировке Porta*



При этом труба довольно жесткая из листового неплохо покрашенного металла (сталь) с толстыми крепкими фланцами на обоих концах. Крышка на передний конец - массивная, пластмассовая и небольшого диаметра отверстием в центре (Ø60 мм), которое прикрывается маленькой крышечкой. назначение этого отверстия, признаться, мне не очень понятно - оно находится как раз напротив оправы вторичного зеркала и перекрывается им примерно на 70%.

*Масштаб*



Искатель паршивенький - весь из пластмассы (включая линзы), с входной апертурой 12 мм(!), увеличением около 4.5x и полем зрения около 6 градусов. В него видны только самые яркие звезды, ориентироваться с ним не очень просто. Довольно скверно сделана регулировка его соосности с трубой, но кое-как это сделать можно. Есть фокусировка окуляра, но нет фокусировки объектива (подстройка под зрение наблюдателя). А вот крепежные кольца трубы крепкие, металлические, надежные и имеют хорошие крепежные винты - к ним претензий нет.

*Вид спереди*



*Вид на юстировочные винты диагонального зеркала*



## Детали

1.25" реечный фокусер имеет корпус, зубчатую рейку и окулярную трубку изготовленными из пластмассы. Крепится к трубе тремя винтами с гайками внутри так что у того, кто его будет демонтировать или крепить есть большой шанс мазнуть рукой по диагональному зеркалу. Окулярная трубка (подвижная часть фокусера) имеет размеры  $\varnothing 40/32 \times 100$  мм. На внешнем конце толстый черного цвета пластиковый фланец с парой крепежных винтов. Внутри трубки на другом конце (обращенном к диагональному зеркалу) располагается пластмассовая-же оправа компенсатора. Линза компенсатора имеет световой диаметр 25 мм, толщину вдоль оси 15 мм, линза вогнутым концом обращена в сторону главного зеркала, другая сторона почти плоская, по нерабочей цилиндрической части имеется кольцевая канавка - граница положительной и отрицательной линз. Фокусное расстояние линзы около -130 мм. Задний фокальный отрезок (от линзы до торца фокусера) составляет примерно 80 мм. Линзы стеклянные с однослойным просветляющим покрытием, так что пластмассовые линзы компенсатора - это, похоже, миф. Линза компенсатора поджимается в своей оправе пластмассовым резьбовым кольцом.

Фокусер



Валик рукояток фокусировщика прижимается к зубчатой рейке плоской пружиной. Один оборот маховичков фокусировки приводит к смещению в 24 мм, полный ход фокусировщика 48 мм (два полных оборота маховичков). В моем экземпляре пружина поджимающая прямозубый валик фокусировщика к рейке оказалась сломанной и плохо осуществляла прижим - окулярная трубка смещалась при самом легком нажиме. Пришлось разобрать, выгнуть по-сильнее, и фокусер стал держать даже и сравнительно тяжелые окуляры. Несложный расчет показывает, что смещение подвижной части фокусера на 1 мм приводит из-за действия отрицательной линзы предфокального корректора к смещению фокальной плоскости примерно на 4 мм. То есть происходит мультипликация - повышенная чувствительность фокусировки к подвижкам фокусера. В целом, фокальная плоскость располагается примерно в 160 мм от оси трубы.

*Окулярная трубка с корректором и мехализм фокусировки*



Диагональное зеркало с малой осью в 40 мм размещено внутри срезанной на 45-градусов пластмассовой трубки диаметром 43 мм и фиксируется в ней Г-образной планкой. Таким образом, центральное экранирование довольно большое 38% что уже само по себе должно снижать контраст изображения до уровня, который показывает 66 мм качественный апохромат. Противоположный торец трубки крепится к основанию оправы винтом ("тяги"), пружиной и тремя юстировочными винтами ("толкай"), которые обеспечивают грубую юстировку оптической схемы Ньютона. Растяжек 3 штуки под 120 градусов, круглого сечения Ø3 мм.

*Узел диагонального зеркала*



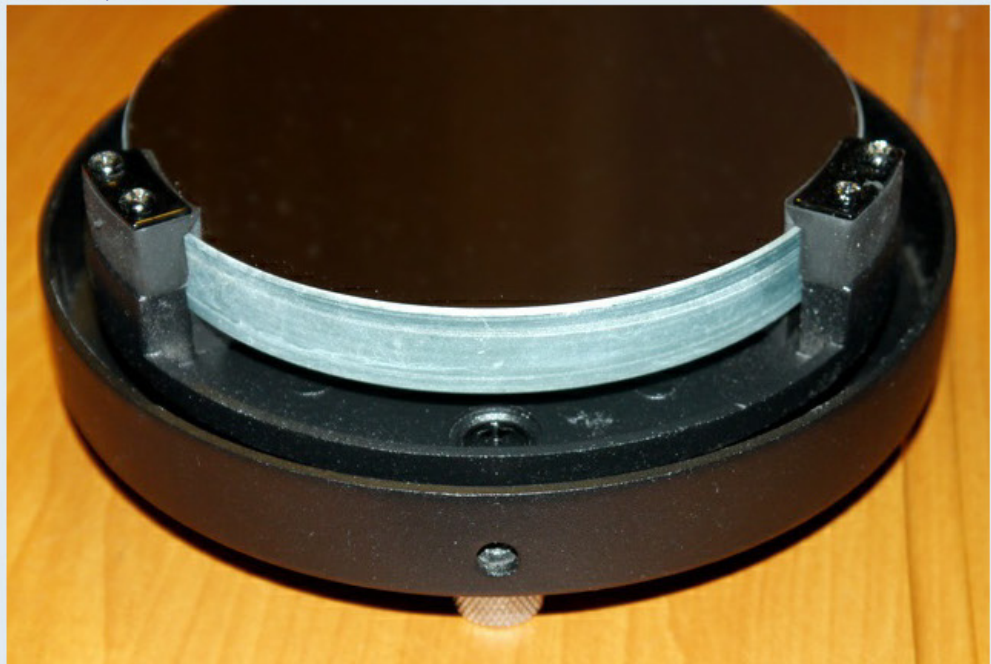
Пластмасса оправы со всех сторон обжимает диагональное зеркальце с зазором менее 0.3 мм, кроме того, похоже, зеркальце приклеено всей площадью тыльной стороны к основанию оправы.

Растяжки крепятся к стенкам трубы тремя колпачковыми гайками с никелированными головками.  
*Вид на диагональное зеркало*



Главное зеркало (световой диаметр 114 мм, толщина 12 мм) лежит в оправе на трех резиновых опорах под 120 градусов у края зеркала. Три Г-образных (также резиновых) стойки предохраняют зеркало от выпадения из оправы и обеспечивают боковую опору зеркала.

*Главное зеркало*



Точная юстировка оптической схемы телескопа (на устранение комы на оси) осуществляется наклонами оправы зеркала относительно базы тремя тянущими винтами на задней (тыльной) части трубы. Юстировочные винты (3 штуки) имеют большую никелированную цилиндрическую головку с прямой насечкой. Рядом с ними расположены три стопорных винта (с полукруглой головкой и крестообразным шлицем). Для юстировки стопорные винты надо ослабить на пару оборотов.

*юстировочные винты*



## Тестирование и юстировка

Перед тестированием труба телескопа вымораживалась на балконе при примерно  $-5^{\circ}\text{C}$ . Вечером была умеренно неплохая погода с Юпитером ( $40''$  в  $40$  градусах над горизонтом), Луной (9-ый день с терминатором на уровне кратера Эйлера) и, понятное дело, звездами. Очень сильная дымка. Вынес телескоп установленным на Porta/Vixen примерно в 9 вечера. По светящимся окнам дома в  $200$  метрах от места наблюдения согласовал ось искателя и трубы. Искатель паршивенький, расположен неудачно, его ось регулируется очень плохо. Но его хватило для наведения на Альдебаран. При увеличении примерно в  $200\times$  ( $4$  мм Радиян) хорошо была видна кома разъюстировки.

Отпустил отверткой стопорные винты на тыльной стороне трубы. Кручу юстировочные винты одновременно наблюдая чуть расфокусированную звезду в окуляр. Нахожу тот винт, который смещает изображение звезды хвостом комы вперед. Сместил звезду юстировочным винтом, перенавожусь так, чтобы изображение звезды оказалось снова в центре поля зрения, оцениваю величину комы и направление ее хвоста, опять нахожу юстировочный винт, который смещает звезду хвостом вперед и т.д. до тех пор пока комы не осталось. Ход юстировочных винтов имеет небольшой запас - приходится крутить все три, чтобы выйти на требуемое положение главного зеркала.

Итак комы разъюстировки нет. Но изображение заметно подпорчено двумя остаточными aberrациями: астигматизмом и сферической aberrацией. В фокусе звезда имеет крестообразный дифракционный рисунок. Вне фокуса хорошо видно различия внефокалов: в предфокале изображение звезды выглядит как довольно резкий баранок, в зафокале - как аморфного типа округлое пятно.

Астигматизм скорее всего происходит от пережалия диагонального зеркала пластмассовыми буртиками охватывающей его пластмассовой оправы, которую стянуло морозом (из-за много большего коэффициента температурного расширения, чем у стекла зеркала). Сферическая появилась из-за неполноты компенсации сферической aberrации главного зеркала.

В итоге на диске Юпитера видны только четыре облачных пояса: два более контрастные южный и северный экваториальные пояса, еще два более тонких и менее контрастных полосы облаков южнее и севернее. Хорошо видно различие в яркости северной и южной умеренно-полярных областей. Поверхность Луны заметно менее контрастная, чем при наблюдениях в апохромат, удовлетворительная детализация только в центре поля зрения - ближе к краю контраст изображения падает, скорее всего, из-за полевой комы. Кому на краю поля зрения я потом дома смоделировал на компьютере. Да кома на краю поля зрения очень большая: примерно  $50$  угл. минут на краю поля зрения  $60$ -градусного окуляра (у  $80$ -градусного пропорционально больше - более градуса). И это в условиях  $1:8$  объектива!

Уже дома разобрался со сферической. Очень интересно она себя ведет в этой схеме. Сферическую aberrацию можно немного регулировать, изменяя расстояние между корректором и окуляром. Изменение этого расстояния на каждые  $4-5$  мм дает изменение сферической aberrации на  $1/4$  дл. волны. Чем больше расстояние (наблюдаем в окуляр недо-вставленный в окулярную

трубку), тем более переисправлена сферическая. Чем это расстояние меньше (используется окуляр с положительным параметром парфокальности), тем более недоисправлена сферическая aberrация. То есть при наличии остаточной сферической aberrации в этой трубе можно ее пофиксить, подобрав глубину, на которую вставляется посадочная втулка окуляра в окулярную трубку фокусера. Затем найденную глубину можно зафиксировать ограничительным колечком на втулке окуляра.

Что касается астигматизма, то наверняка он проявляется только в холодную погоду и на 90% проблема может быть решена срезанием пережимающего пластмассового буртика оправы диагонального зеркала и (в качестве плана Б) переклейкой его на одну центральную точку. Но над экземпляром попавшим мне в руки я не стал экспериментировать...

*Мои домашние опыты с юстировкой Ньютона с предфокальным корректором сферической aberrации показали следующие:*

- При нормальном зрении юстировку этого телескопа с Чеширским окуляром лучше производить в бабушкиных очках (со стеклами +5 дптр) иначе изображение главного зеркала и центральной метки на нем расплывается из-за отрицательной силы корректора. Если центральной метки на поверхности главного зеркала нет, то ее надо нанести в виде контрастного креста перманентным спиртовым маркером. В остальной методика юстировки с Чеширским окуляром подобна тому как она производится в классической Ньютоном.
- Юстировка с использованием лазерного коллиматора мне показалась даже удобнее, чем в обычном Ньютоном - корректор расширяет луч лазера и тень от крестика на ГЗ отлично проецируется (в отраженном ходе) на скошенное окошко коллиматора (только юстировку лучше производить в затемленном помещении).
- Но главный и наиболее простой способ юстировки такого Ньютона - по звезде перед началом наблюдения.

**Два дня спустя:** днем по моему дежурному тест-объекту (бликам от солнца на керамике электроизоляторов дома напротив): при увеличении 200x (5 мм Плессл) нет и следов комы в центре поля зрения (результат предыдущей юстировки сохранился), сферическая отсутствует (у этого окуляра в отличие от Радиана использованного при прошлом тестировании нулевой параметр парфокальности), астигматизм в центре поля зрения (после того, как я немного ножом подрезал буртик оправы диагонального зеркала) проявляется в следовом виде, вторичного хроматизма положения не заметил. В центре поля зрения звезда при 200x выглядит центральным довольно ярким округлым пятнышком в окружении первого дифракционного кольца нарезанного на три сегмента (три толстых растяжки?), второе и намеки на третье дифракционное кольцо сильно деформированы. Неизопланатизм (кома нарастающая по линейному закону к краю поля зрения) заметен примерно на 60% поля зрения моего 16 мм Наглера, у края поля зрения размер пятна комы (и соответственно уровень контраста) просто катастрофичен.

## Выводы и рекомендации

По моему, негативная репутация этого типа телескопа сильно преувеличена. Он требует понимания особенностей его схемы и приложения рук, что делает возможным доведение этого телескопа до дифракционно ограниченного! И это при весьма умеренных габаритах, весе и, что не мало важно, цене. Общими недостатками схемы являются: сильное падение качества изображения к краю поля зрения из-за неизопланатизма (комы), очень небольшой размер доступного поля зрения ограниченный 1.25" фокусером и длинным фокусным расстоянием, слишком сильная чувствительность к фокусировке, большое центральное экранирование апертуры (малый контраст изображения) и небольшой остаточный хроматизм (хотя и много меньше, чем у длинных ахроматов).

Ну а конкретно эта модель от Ливенгука имеет следующие минусы (большей частью следующие из его эконом-класса): мало на что годный искатель, пластмассовый не очень функциональный хрупкий фокусер, идиотская для нашего холодного климата конструкция оправы вторичного зеркала (справедливости ради, такая-же она и у 12" Лайтбриджа) из-за чего возникает астигматизм в центре поля зрения, ограниченный ход юстировочных винтов главного зеркала, осыпающаяся краска внутренности трубы.