



**Юстировка (Коллимация)
телескопов системы
Ньютона и Шмидт-Кассегрена
при помощи
LASER-COLLI™
производства Baader Planetarium**

Руководство по эксплуатации

© 2005 Baader Planetarium GmbH



BAADER PLANETARIUM GMBH

Zur Sternwarte • 82291 Mammendorf • Tel. 08145/8802 • Fax 08145/8805
www.baader-planetarium.de • kontakt@baader-planetarium.de • www.celestron-nexstar.de

Юстировка телескопов системы Ньютона с помощью Laser-Colli™ от Baader Planetarium



Внимание: ЛАЗЕР !

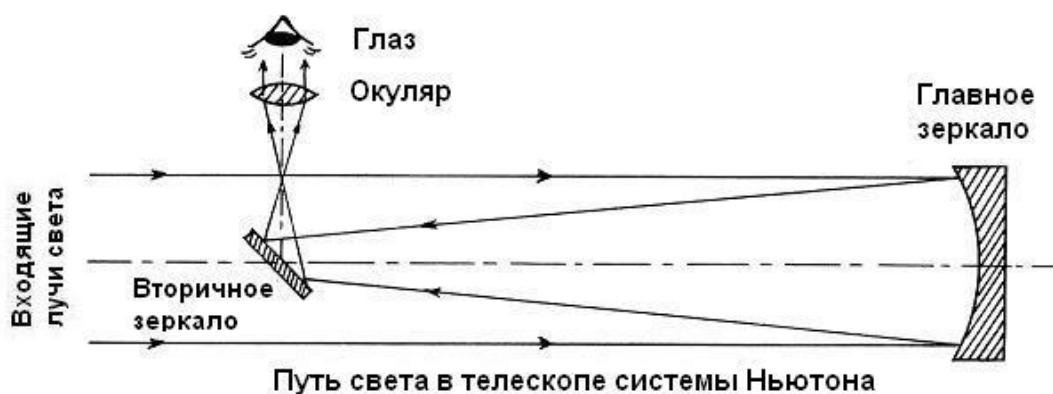
Никогда не направляйте лазерный луч в глаза! Защитите свои глаза!
Храните лазерный коллиматор Laser-Colli™ вдали от детей или взрослых, непосвященных в принцип действия Laser-Colli™. Помните о том, что у сильно разъюстированного телескопа лазерный луч будет выходить из трубы.

Colli - сокращение от коллимации. В нашем контексте коллимация - выравнивание оптической системы так, чтобы фокальная плоскость телескопа находилась бы под прямым углом к фокальной плоскости окуляра. Коллимация важна для хорошей работы Вашего телескопа. От качества коллимации может, например, зависеть, видны или не видны Большое Красное Пятно и транзиты теней Галилеевых спутников по диску Юпитера.

Вообще телескопы системы Ньютона считаются восприимчивыми к потере качества изображения (деколлимации), если они подвержены сотрясанию или ударам, например, во время транспортировки в автомобиле и т.п. Если это та ситуация, с которой Вы сталкиваетесь, тогда Laser-Colli™ будет основной принадлежностью для поддержания Вашего телескопа в отъюстированном состоянии. Немного подготовки и практики будет достаточно, чтобы правильно отколлимировать Ваш телескоп в течение минуты или две.

Телескоп системы Ньютона может давать Вам превосходные изображения астрономических объектов – но только если первичное зеркало (вогнутое параболическое зеркало в тыловом конце трубы) и плоское вторичное зеркало (собирает и отражает свет, идущий со стороны главного зеркала, в Ваш окуляр) правильно сориентированы относительно друг друга и кроме того правильно отцентрированы по своим оптическим осям.

Давайте взглянем на путь света внутри телескопа системы Ньютона.



Падающий свет идет сначала слева направо до главного зеркала в конце трубы, отражается там и идет справа налево, к вторичному зеркалу, которое в свою очередь перенаправляет отраженный свет из трубы – через окуляр – в Ваш глаз.

Потеря коллимации – важный момент, осознание которого необходимо, т.к. это может произойти в любое время у телескопов различных конструкций.

Окуляр, вставленный в фокусер рефрактора, покажет также расплывчатые изображения низкого качества. Это остается верным и для всех зеркальных телескопов таких, как популярные Шмидт-Кассегрены или Максудовы.

Следующие ниже рекомендации и советы главным образом будут помогать Вам при коллимации телескопа системы Ньютона. В конце мы рассмотрим коллимацию телескопов системы Шмидт-Кассегрена и других катадиоптриков.

Если в телескопе будет присутствовать разъюстировка, то основное искажение изображения – «так называемая» кома – будет значительно увеличена и даже видима в центре Вашего поля зрения, в то время как обычно кома может быть заметна только на крае поля зрения.



Пожалуйста, помните: чем больше диаметр главного зеркала и короче фокусное расстояние оптической системы, тем телескоп сильнее подвержен небольшой деколлимации.

Например: Ньютон с диаметром главного зеркала 200мм и относительным отверстием f/10 (фокус 2000мм) меньше подвержен небольшой разъюстировке; Ньютон с диаметром главного зеркала 400мм и относительным отверстием f/5 (тот же фокус 2000мм) при этом подвержен той же самой деколлимации в 4 раза сильнее.

На рисунке выше изображено искажение комой, сильно преувеличенное. Тепловые потоки (турбуленция) размазывают изображение в виде следа «маленькой кометы».

Следующая процедура применима для коллимации телескопов, продаваемых на рынке. Владельцам самодельных телескопов ее необходимо знать тоже.

Для получения лучших результатов коллимации:

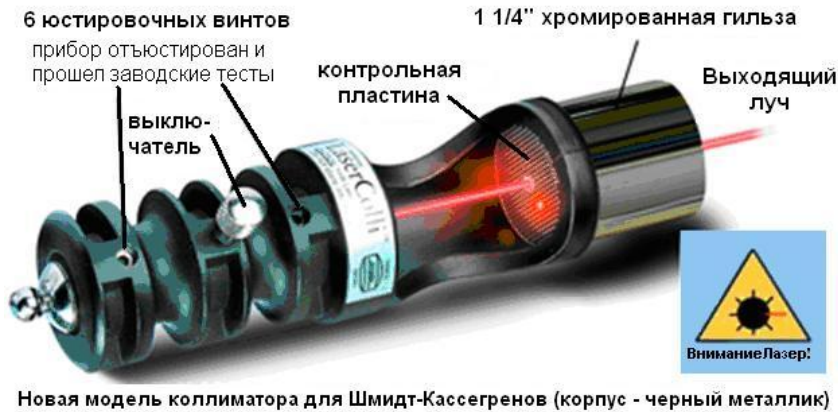
- 1) Фокусер (держатель окуляра) должен быть ориентирован точно вертикально под 90° к трубе.
- 2) Главное и вторичное зеркала должны быть отцентрированы.

Продаваемые на массовом рынке телескопы должны удовлетворять двум требованиям. Правильная центровка главного зеркала (почти) всегда гарантирована механической конструкцией ниши, в которой расположено главное зеркало. Вторичное зеркало можно немного подъюстировать в центральное положение посредством трех или четырех растяжек «паука». Для недавно купленного телескопа можно считать, что положения центров зеркал выставлены правильно. Если это не так, то в любом случае не произойдет потери качества изображения, но поле зрения может стать более темным.

Каково назначение нашего Laser-Colli™?

Принцип прост. Вынимается обычный окуляр, а вместо него в держатель окуляра вставляют Laser-Colli™ и включают. Лазерный луч светит во вторичное зеркало и отражается в направлении главного зеркала, от которого отражается обратно ко вторичному зеркалу и затем назад в себя через держателя окуляра. Если одно или оба из зеркал смещены относительно оптической оси системы телескопа, лазерный луч не сможет отразиться в себя.

Если луч отражается в себя, то Ваш телескоп отколлимирован отлично. Чаще чем хотелось, но дело обстоит не так – и коллимация необходима.



Новая модель коллиматора для Шмидт-Кассегренов (корпус - черный металл)

Конечно, Laser-Colli™ функционирует достоверно только тогда, когда лазерный луч выходит из своего источника абсолютно по центру.

Поэтому источник лазера настроен симметрично относительно оси вращения коллиматора, которая была тщательно

выставлена нами на механическом токарном станке в заводских условиях - также см. следующую страницу.

Шесть регулировочных винтов со шлицевыми головками служат для точного достижения соосности луча лазера и оптической оси прибора. **Пожалуйста, не трогайте их и не сбивайте заводской юстировки.** По той же самой причине ориентация Laser-Colli™ в держателе окуляра телескопа имеет крайне большое значение.

Вот несколько пояснений и изображений:

Положение Laser-Colli™ в держателе окуляра

Все наши коллиматоры Laser-Colli™ индивидуально отъюстированы на токарном станке для придания им необходимых свойств вращательной симметрии. Из-за особенностей используемого во время юстировки токарного станка в дальнейшем требуется правильная ориентация держателя окуляра и коллиматора, как показано ниже.



Смотрим рисунок слева:

Винт, служащий выключателем для лазерного луча, должен быть соосным винту, фиксирующему окуляр в фокусере.

Если у Вашего телескопа два или больше фиксирующих винтов, расположенных через 120° друг относительно друга, то винт-выключатель коллиматора Laser-Colli™ должен быть сориентирован только по центральной линии между ними.

Laser-Colli™ включается поворотом микрометрического винта (см. картину). После включения лазерный луч проходит через маленькое отверстие в центре стеклянной пластины (см. картину ниже), на которой нанесена сетка.



Слева: Светлая, прозрачная пластина с гравированными поперечными метками

Большинство лазерных устройств коллимирования использует непрозрачную часть стеклянной пластины как индикатор для отраженного лазерного луча.

Много мелких поставщиков только и царапают стекло наждачной бумагой, чтобы получить дешевый вариант непрозрачной пластины.

Наша светлая пластина гравирована (не напечатана!) сотнями крошечных крестообразных меток так, чтобы отраженный луч озарял очень крошечные углубления каждого отдельного креста, который освещается пучком отраженного света.

Мало того, что это изобретение делает световую точку лучше визуально

идентифицируемой, но основная выгода - это то, что наша пластина остается прозрачной!

Если Ваш телескоп немного разъюстировался, то это легко узнать, взглянув на след отраженного лазерного луча на прозрачной пластине.

Но что происходит, когда Вы не видите отраженной точки на прозрачной пластине при умеренной разъюстировке Вашей оптики?

В случае непрозрачной пластины отраженный лазерный луч не будет видим вообще, и у Вас не будет возможности увидеть отраженный луч внутри фокуса.

Прозрачная пластина у Laser-Colli™ позволит смотреть внутрь фокуса через гравированную пластину, и в большинстве случаев будет видно красноватое свечение там, где лазерный луч распространяется внутри фокуса.

Это является причиной для того, чтобы в коллиматоре поместить прозрачную пластину как можно ближе к фокусу, а форму корпуса коллиматора спроектировать так, чтобы легко можно было бы смотреть прямо внутрь фокуса.

Пошаговая процедура коллимации телескопа системы Ньютона

1. Сделайте метку в геометрическом центре своего первичного зеркала.

Помните важное требование: лазерный луч должен упереться в главное зеркало точно по центру – точно в середину Вашей метки.

Если угол наклона вторичного зеркала будет отличаться от необходимых 45° относительно окулярного узла, то лазерный луч не будет отражен точно в центр главного зеркала.

Поэтому Вы должны подготовить свой телескоп к первому (и всем последующим) процессу (-ам) коллимации, отметив геометрический центр главного зеркала.

Для этого потребуются в телескопах системы Ньютона демонтировать из трубы оправу с главным зеркалом. Демонтаж, конечно же, приведет к необходимости последующей коллимации, которую можно быстро осуществить при помощи Laser-Colli™.

Прочитайте руководство по эксплуатации Вашего телескопа для правильного осуществления процедуры снятия главного зеркала.

В большинстве руководств по эксплуатации информация об этом содержится в разделе "Чистка главного зеркала". У телескопов системы Ньютона оправа главного зеркала прикреплена к трубе тремя винтами. Вы найдете их на нижней стороне трубы, расположенными на расстоянии 120° друг от друга. Прежде чем начать съем главного зеркала пометьте положение его относительно трубы двумя маленькими метками. После этого аккуратно отвинтите эти три винта и вытащите очень осторожно главное зеркало из трубы.

Теперь сделайте трафарет из картона, используя циркуль и ножницы.

Внешний диаметр трафарета должен в точности соответствовать диаметру главного зеркала.

Вырежьте отверстие 8-10 миллиметров в диаметре точно по геометрическому центру трафарета.

Поместите свой трафарет точно поверх главного зеркала и ведите маркером по главному зеркалу вдоль внутреннего края маленького отверстия трафарета (см. следующую картину).

В литературе часто встречается мнение, что черная метка в центре главного зеркала бесполезна! Но Вам следует ее сделать, так как это необходимо для настройки отражения лазерного луча в Laser-Colli™.

Если смотреть в трубу сверху, то эта круглая метка скрыта позади вторичного зеркала и не оказывает вообще никакого влияния на способность отображения главного зеркала.

Обратная установка главного зеркала:

Бережно установите оправу с главным зеркалом обратно в трубу в исходное положение, используя две самодельные маленькие метки. Таким же образом установите крепежные винты.

Коллимация телескопов системы Ньютона в картинках.

Шаг 1

Коллимация всегда начинается с контроля и регулирования вторичного зеркала.

Следующие рисунки показывают вид, открывающийся со стороны открытого конца трубы непосредственно на главное зеркало.



На рисунке 1 слева виден лазерный луч (красная точка), падающий мимо центральной круговой метки. Обратите внимание на три винта с шестигранной головкой для регулировки положения вторичного зеркала, расположенные через 120°. Очень осторожно и понемногу меняйте наклон вторичного зеркала, медленно вращая юстировочные винты. В это время смотрите прямо на главное зеркало, и Вы увидите светящуюся точку от падающего лазерного луча, перемещающуюся в центр круглой метки на главном зеркале, в то время как Вы

регулируете вторичное.

На рисунке 2 внизу изображен первый наш успех:
Светящаяся точка должным образом выставлена в центр круглой метки на главном зеркале.



В большинстве конструкций телескопов вторичное зеркало регулируется тремя винтами, расположенными как изображено на рисунке (винты с внутренним шестигранником).

Другими словами: Поверните один винт медленно по часовой стрелке, и вторичное зеркало наклонится в направлении этого винта.

Когда лазерный луч загнан в центр круглой метки на главном зеркале, это означает, что регулировка вторичного зеркала благополучно завершена.

Шаг 2

Возможно, оптическая ось главного зеркала наклонена в сторону относительно оптической оси вторичного зеркала. Пожалуйста, следите за прозрачной пластиной Laser-Colli™. Если Вы уже видите светящуюся точку от отраженного лазерного луча где-нибудь на стекле сетки (рисунок внизу), Вы приближаетесь к финальному успеху. Регулируя винты, главное зеркало наклоните так, чтобы сделать лазерный луч отраженным в себя и направленным через маленькое отверстие в прозрачной пластине.



Если Вы видите это на прозрачной пластине, юстируйте (наклоняйте) главное зеркало так, чтобы лазерная точка на зеркале точно бы попала в центр круглой метки, тогда лазерный луч отразится в себя.



Теперь Ваш телескоп прекрасно отъюстирован.

Не забудьте выключать Laser-Colli всякий раз, когда он Вам не нужен, иначе батарейки очень быстро разрядятся.

Юстировка (наклона) главного зеркала телескопа (почти) всегда осуществляется или тремя одиночными винтами или тремя парами винтов, каждая пара из которых разнесена на 120°. Детали показаны на эскизе.

Когда имеются только три одиночных винта (верхний эскиз), наклон главного зеркала осуществляется винтом с пружиной.

Важно: вращение одного из винтов по часовой стрелке наклоняет главное зеркало к этому винту.

На большинстве крупногабаритных телескопов системы Ньютона используются три пары винтов, в каждой из которых один винт служит для подпорки, а другой для натяжения главного зеркала (нижний эскиз).



На нижнем эскизе левый винт ввинчен в оправу главного зеркала и тянет ее вниз, винт с правой стороны своей резьбой упирается в дно оправы и при необходимости поднимает главное зеркало.

Устройство юстировки главного зеркала, выполненное на пружинах, легче произвести и эксплуатировать. С другой стороны упругость пружин может меняться с температурой и временем, что приводит к частой потере юстировки главного зеркала. Поэтому пружины используются только в телескопах с малыми апертурами. Юстировка винтами подпора/натяжения является немного более дорогостоящей при производстве и более сложной в эксплуатации, но зато гарантируется практически полное отсутствие разъюстировки главного зеркала из-за ударов и колебаний (во время транспортировки). Поэтому такая система юстировки главным образом используется в телескопах с большими апертурами и с большим весом главного зеркала.

Юстировку главного зеркала лучше выполнять вдвоем. В то время как Вы поворачиваете винты юстировки главного зеркала, Ваш напарник сообщает о движении отраженного лазерного луча.

Случай 1:

Главное зеркало Вашего телескопа может быть немного разъюстировано.

Это может не привести к прогрессу в шаге 1, описанном выше, то есть Вы вообще не увидите отраженный лазерный луч на прозрачной пластине. В этом случае осторожно взгляните через сетку в направлении вторичного зеркала.

Если повезет, Вы увидите где-нибудь на внутренней стенке держателя окуляра место, где отраженный лазерный луч упирается в нее. Если Вы увидели это, юстируйте главное зеркало так, чтобы отраженный луч лазера попал сначала на прозрачную пластину коллиматора – а затем, продолжая операцию юстировки, доведите луч до центра пластины и достигните полной коллимации.

Случай 2:

Вы вообще не видите отраженного лазерного луча – хорошо, Ваш телескоп находится в начале пути своей юстировки.

И Laser-Colli™ сможет Вам помочь в этом.



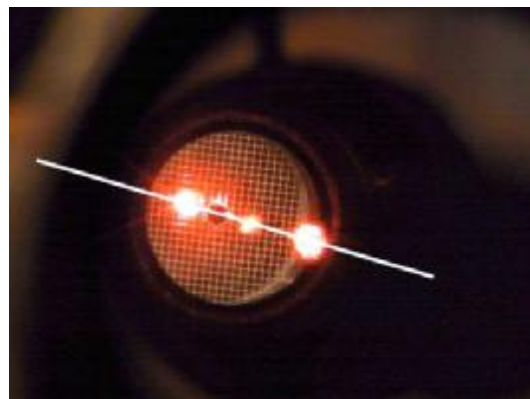
На рисунке выше изображен вид вторичного зеркала и сетчатой пластины в трубу телескопа.

Если яркие блики точно ориентируются по линии, значит главное зеркало уже хорошо отъюстировано (белая линия на рисунке справа служит только для наглядности).

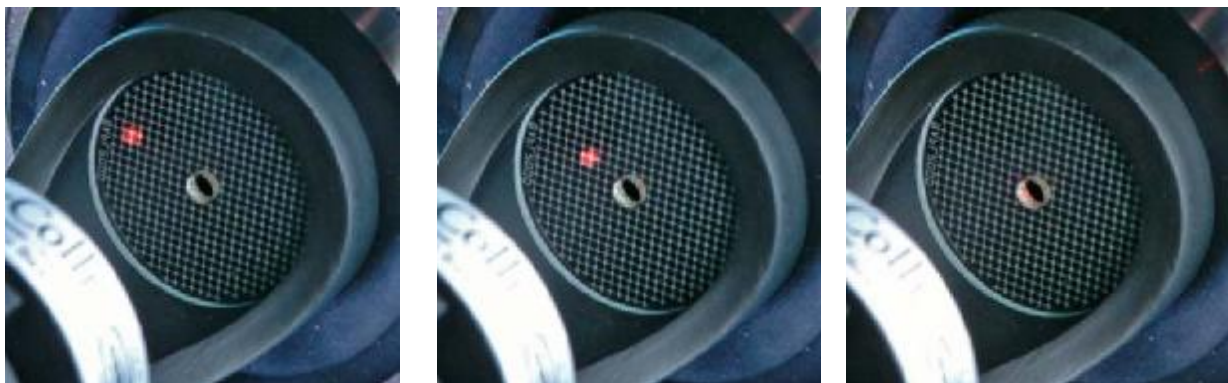
Сначала взгляните внутрь трубы на главное зеркало.

На главном зеркале Вы увидите отражение вторичного зеркала и прозрачной сетки коллиматора. На сетчатой пластине Вы увидите много отраженных изображений лазерной точки.

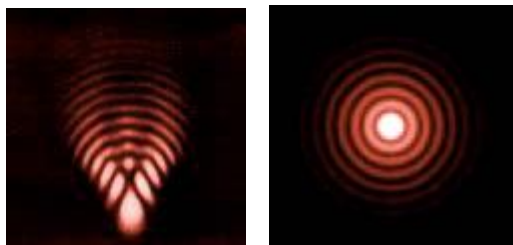
Если эти изображения не выстроены по прямой линии, а разбросаны, как на рисунке слева, Вы должны отъюстировать главное зеркало таким образом, чтобы выстроить их в линию (см. картину ниже).



Если отраженный лазерный луч виден на сетчатой пластине, Вы уже скоро сможете закончить процесс коллимации.



Наклоняйте главное зеркало с помощью винтов регулирования, пока лазерный луч не пройдет через отверстие в прозрачной пластине (и отразится в себя). Вот оно! Ваш телескоп отлично отколлимирован. Последняя проверка качества коллимации должна быть сделана по звезде (см. ниже).



На **рисунке слева** изображена кома в случае сильной разъюстировки телескопа – изображение чрезмерно увеличено и преувеличено.

На **рисунке справа** изображение звезды после коллимации, также сильно увеличенное (идеальное изображение).

Юстировка телескопов системы Шмидт-Кассегрен (ШК) новым (корпус цвета черный металл) коллиматором Laser-Colli™

Наладка ШК-оптики посредством лазера не является легкой задачей.

Причиной этому – которой нет в оптической системе Ньютона – вторичное зеркало ШК, имеющее сильновыпуклую форму, благодаря чему луч большинства обычных лазеров рассеивается в форме пятна, делая невозможным определение фактического центра отраженного лазерного луча.

Это требует осторожного отбора лазеров (у нас процент брака 35%), и специальной техники для того, чтобы уменьшить размер отраженного пятна, чтобы четко распознать круглый сигнал от лазерного луча, после отражения его от вторичного зеркала ШК.

Другая, очень важная помощь в этой задаче - сотни крестообразных меток, которыми покрыта прозрачная пластина Laser-Colli™. Метки светятся намного ярче по сравнению с простым непрозрачным стеклом, делая тем самым намного более легким поиск центра отраженного лазерного луча.

Посмотрите на отражения, производимые Laser-Colli™ первого поколения с серебряным корпусом, по сравнению с ШК-Laser-Colli™ второго поколения с корпусом цвета черный металл.

В серебряном Laser-Colli (рис. ниже) отсутствует четкая точка от отраженного луча.



Новый Laser-Colli на 114мм Ньютоне от Celestron



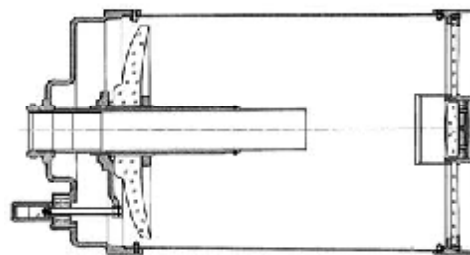
Новый Laser-Colli на Шмидт-Кассегрене серии CPC от Celestron

Процедура юстировки сама по себе точно такая же как и для оптики Ньютона – только еще проще.

Закрепите Laser-Colli™ прямо в держатель окуляра ШК-телескопа, не используя диагональ, чтобы избежать неправильной юстировки из-за неточно наклоненного зеркала диагонали.

Расположите кнопку вкл\выкл коллиматора в линию с фиксирующим винтом держателя окуляра, или посередине двух фиксирующих винтов держателя окуляра, если таких винтов два.

Обнаружьте отраженный лазерный луч на прозрачной пластине – загоняйте луч лазера в центр, чтобы он отразился сам в себя, наклоняя вторичное зеркало, доступное для юстировки спереди оптической трубы.



Упрощенный эскиз механизма наклона вторичного зеркала в ШК-трубе. Три винта расположены через 120°, вокруг центра коррекционной пластины, на которой крепится вторичное зеркало.

Ослабление одного винта и затягивание другого наклонят зеркало в требуемое положение.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Полное ослабление всех трех винтов может вызвать падение вторичного зеркала на первичное и повредить его!

Приступайте к коллимации Вашего ШК-телескопа только после полного прочтения соответствующей главы оригинальной инструкции по эксплуатации.

Предостережения к коллимации Шмидт-Кассегренов и других Катадиоптриков:

В любом телескопе Ньютона перед первой коллимацией обычно делается метка в виде маленького кружка и точки в центре первичного зеркала.

Это самое важное действие для того, чтобы гарантировать контроль над процессом коллимации.

С точки зрения оптики ШК-системы это означало бы отметить самый центр выпуклого вторичного (!) зеркала, чтобы гарантировать попадание лазерного луча в центр вращательной симметрии оптической системы.

Огорчает то, что большинство держателей окуляров в выпускаемых сегодня ШК-телескопах сделаны настолько неаккуратно, что упомянутое выше условие не выполняется.

Даже в случае хорошо отъюстированного лазерного луча относительно хромированной гильзы коллиматора, Вы должны быть уверенными, что луч попадет в неподвижный центр вторичного зеркала ШК-телескопа, так, чтобы отраженный луч действительно был результатом наклона самого вторичного зеркала, а не отклонения точки падения луча относительно центра вторичного зеркала.

Нанесение тонкой круговой метки на центр вторичного зеркала не столь трудная задача, если имеется возможность быстрого демонтажа вторичного зеркала с ШК-трубы – также как и в случае FaStar-оптики от CELESTRON.

Процедура по существу такая же, как описывалось ранее для центральной метки на первичном зеркале телескопов Ньютона.

В любом случае – если Вы не в восторге от процедуры маркировки вторичного зеркала, пожалуйста, проводите коллимацию Вашего ШК-телескопа по реальной звезде как описано в руководстве пользователя.

Мы не можем взять на себя какую-либо ответственность за поврежденную оптику Вашего телескопа из-за небрежной или неправильной оптической обработки.

Замена батареек

Ваш Laser-Colli™ был заботливо отъюстирован для увеличения его срока службы. Для замены батареек не требуется доставать сам лазер из корпуса коллиматора. Просто поверните заднюю крышку против часовой стрелки на три поворота, чтобы открыть батарейный отсек. Эта процедура не повлияет на юстировку Вашего лазера!



Замените старые батареи тремя новыми круглыми батареями 1.4В (такие как VARTA V675 или Panasonic 675 H).

Не пытайтесь ослабить регулировочные винты со шлицевыми головками, которыми лазер устанавливается по центру внутри металлического корпуса Laser-Colli™. Вероятней всего Вы не сможете восстановить точную регулировку без использования специального оборудования. Фиксирующие винты отмечены индикатором, который всякий раз показывает, когда любой из шести винтов был переориентирован пользователем.

Пожалуйста, поймите, что точное регулирование самая трудоемкая работа при производстве Laser-Colli™. Фабричная перенастройка дорога и включает плату за транспортировку груза туда и обратно. Не пытайтесь отъюстировать коллиматор, так будет лучше.



Примечание:

Диаметр выходящего лазерного луча почти соответствует диаметру маленького отверстия в прозрачной пластине.

По этой причине, возможно, что луч немного «зацепит» край центрального отверстия в пластине.

Это не оказывает никакого отрицательного эффекта на точность или функционирование нашего Laser-Colli™.



BAADER PLANETARIUM

Zur Sternwarte • 82291 Mammendorf • Tel. 08145/8802 • Fax 08145/8805
www.baader-planetarium.de • kontakt@baader-planetarium.de • www.celestron-nexstar.de

DOK: G\Anl\Baa\Zub\LaserColli\Engl\Anl-LaserColli-e-0705.doc