

А.А. Чикин

**Самодельная
астрономическая труба из
очковых стекол**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 52
ББК 22.6
А11

А11 **А.А. Чикин**
Самодельная астрономическая труба из очковых стекол / А.А. Чикин – М.:
Книга по Требованию, 2022. – 71 с.

ISBN 978-5-458-27199-8

ISBN 978-5-458-27199-8

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2022

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2022

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

1. Вступительные замечания.

До того времени, пока Галилей впервые навел свою трубу на небо, человечество видело на небе, кроме Солнца и Луны, только точки звезд и планет,—одни более, другие менее яркие, и лишь могло следить за их движениями и их взаимным расположением. То же остается и современному любителю, лишенному трубы или бинокля. Уже хороший бинокль может дать возможность, напр., заняться систематическими наблюдениями переменных звезд. Но хорошие бинокли очень дороги, и все же ни в какой бинокль нельзя увидеть, напр., колец Сатурна. И потому всякому, заинтересовавшемуся астрономией, нужна, в конце концов, зрительная труба. Но зрительные трубы, к сожалению, также дороги, и их теперь трудно достать; поэтому мы можем рекомендовать построить себе зрительную трубу самому.

Часто думают, что астрономы, употребляя могущественные телескопы, пользуются и огромными увеличениями—в тысячи раз. Но это не верно. Такие увеличения употребляются чрезвычайно редко (главным образом, для разделения теснейших двойных звезд), при особенно благоприятных атмосферных условиях. Обычное же среднее увеличение на больших рефракторах 500—600 раз, на средних—200—500 и

на малых — 100 — 200 раз. Таким образом, если ограничиться увеличением от 50 до, самое большее, 100 раз, то возможно построить трубу, дающую такое увеличение, с ничтожной затратой труда и средств. Мы, конечно, не думаем обучать здесь читателя шлифованию ахроматических объективов или вогнутых зеркал, а предлагаем соорудить трубу из готовых стекол, которые можно легко достать. Изготовление такой трубы в довоенное время не превышало стоимости $1\frac{1}{2}$ —2 руб.

Такую трубу легко приготовить из очковых стекол. Мы уже предвидим весьма естественный скептицизм читателя к трубе из *неахроматического* стекла от очков, но постараемся рассеять этот скептицизм как по отношению к неахроматичности объектива, так и по отношению к плохим изображениям, какие получались, напр., в трубе Галилея при рассматривании Сатурна даже на прекрасном небе Флоренции. Труба Галилея увеличивала в 32 раза, имела окуляром уменьшительное стекло, как в театральном бинокле; окуляр этот был вделан в трубу неподвижно *, а, главное, она была построена по совершенно произвольному отношению фокусной длины к диаметру объектива. И, тем не менее, даже и такая, крайне несовершенная труба открывала, можно сказать, человечеству вселенную. Конечно, в век скорострельных магазинных ружей прибегать к кремневому оружию как-будто нерационально. Но не следует забывать, что и такое кремневое ружье — все же оружие, и человек, имеющий в своих руках даже такое ружье, несомненно является вооруженным по сравнению с тем, у кого ничего нет в руках.

* Подвижная окулярная трубка изобретена Кеплером.

В течение 150 лет со времени изобретения телескопа объективом его была простая одиночная линза. Такая линза имеет, главным образом, два недостатка: сферическую aberrацию и хроматическую aberrацию. Первая из этих aberrаций состоит, как известно, в том, что падающие на линзу параллельные лучи сходятся в фокусе не в одну точку, а так, что лучи, проходящие через края линзы, собираются ближе к стеклу, а лучи, проходящие через центр линзы дальше от нее. Однако, этот недостаток в старинных трубах, имевших очень большую фокусную длину, был столь незначителен, что с ним можно было совершенно не считаться. Хроматическая же aberrация, происходящая, как известно, оттого, что всякая линза не только преломляет свет, но и одновременно разлагает его на составные радужные цвета, наподобие призмы, является самым вредным и неприятным недостатком, больше всего нарушающим отчетливость изображения. Хроматическая aberrация простой линзы не может быть уменьшена ниже величины, присущей стеклу с низкой дисперсией, т. е. стеклу со сравнительно небольшой цвето-разлагающей способностью, каким является кронглас, или обыкновенное зеркальное стекло. В этом стекле действие aberrации таково, что лучи красного цвета собираются в фокус примерно на $\frac{1}{60}$ всей фокусной длины дальше от линзы, чем лучи синего цвета. А так как человеческий глаз всего чувствительнее к лучам желтозеленым, которые кажутся для него наиболее яркими, то в фокусе этих лучей линза не соберет красные и синие в одну точку, а даст некоторый «кружок рассеяния», диаметром равный $\frac{1}{120}$ диаметра объектива: если, напр., объектив имеет диаметр в 3 сантим.,

то диаметр каждого кружка рассеяния будет $= \frac{30}{120} = 0,25$ мм.

Грубо говоря, изображение будет образовано из цветных точек, на подобие того, как получается изображение какого-нибудь рисунка при помощи автотипии, т. е. цинкографии, снятой через сетку, у которой величина точек равна $\frac{1}{4}$ мм. Оттиск с такого клише на хорошей бумаге и на некотором расстоянии производит почти такое же впечатление, как и фотографический снимок; но достаточно самой слабой лупы, чтобы увидеть, что весь он состоит из точек. Поэтому изображение, даваемое простой линзой, в этом случае может выдерживать увеличение, не разлагаясь на составляющие его цвета, лишь самое слабое, — в $1\frac{1}{2}$ —2 раза. Бóльшее же увеличение может быть получено лишь при возрастании фокусной длины объектива. Поэтому-то астрономы XVII и XVIII веков и строили телескопы по 100 и более футов длины.

Но это рассуждение, построенное целиком на основах геометрической оптики, как показал английский ученый проф. А. Е. Конради, не соответствует вполне строго тому, что наблюдается на самом деле. Действительная способность даже однолинзового неахроматического объектива много выше того, что можно было бы ожидать из выводов лишь геометрической оптики, благодаря тому счастливому для практического оптика факту, что свет состоит, как известно, из волн, имеющих хоть и малую, но все же определенную длину. По этой же причине даже самый совершенный телескоп не может дать изображение звезды в виде точки, а непременно даст некоторый светлый кружок, диаметр которого все-таки имеет определенные размеры. И чем совершеннее телескоп, тем кружок этот меньшего размера. Для того, чтобы обыкно-

венный, неахроматический объектив давал еще достаточно хорошее, не окрашенное изображение, способное выдерживать увеличение, тот же проф. А. Е. Конради нашел, что объектив этот должен удовлетворять формуле: $F=96 A^2$, где A — диаметр объектива, выраженный в дюймах, и F —его фокусная длина,—тоже в дюймах. Таким образом объектив, диаметром, напр., в 4 дюйма, должен иметь фокусную длину в 128 футов. Это очень близко подходит к пропорциям старинных телескопов. Выраженная в сантиметрах, эта формула примет такой вид: $F=38,4 A^2$, т. е. объектив, диаметром в 4 см, будет иметь фокусную длину больше 6 метров.

Таким образом мы видим, что объективом для предполагаемой нашей трубы должна быть простая очень слабо увеличивающая, т. е. длиннофокусная линза, и такой линзой лучше всего может служить очень слабое очковое стекло.

Из элементарных учебников физики мы знаем, что всякая собирающая линза — какой являются и очковые стекла для дальнозорких—дает изображение очень отдаленного предмета, от которого лучи, падающие на линзу, можно считать параллельными, обратное и уменьшенное. Это последнее, конечно, справедливо, но лишь по отношению к действительной величине предмета, а не к той, каким этот предмет кажется нашему глазу, т. е. не по отношению к угловой величине предмета. Это угловая величина, уже при объективе с фокусной длиной в 24 см, равна угловой величине предмета. И если взять стекло с такой фокусной длиной и поместить его в трубку длиной в 25 см с одного конца, а с другого конца приложить к трубе кусок матового стекла или промасленной бумаги, то получившееся на этом экране обратное изображение очень отдаленного предмета, если

рассматривать это изображение с расстояния ясного зрения, т. е. 25 см, будет такой же величины, как и кажущаяся нам величина этого предмета, видимого простым глазом. Это легко проверить, если смотреть одновременно одним глазом на изображение на матовом стекле, а другим непосредственно на самый предмет. Если же фокусная длина линзы возрастает, то вместе с нею возрастает и величина изображения предмета, и линза с фокусом в 50 см дает изображение уже в два раза большее, линза с фокусом в 1 метр — в 4 раза большее и т. д.

Из сказанного ясно, что чем длиннее фокус объектива трубы, тем сильнее такая труба увеличивает, независимо от применяемого к ней окуляра. Поэтому в большие рефракторы можно, напр., видеть кольцо Сатурна и даже его спутников без помощи окуляров, и такой длиннофокусный рефрактор, как рефрактор в Трептоу, близ Берлина, имеющий 21 метр фокусной длины, дает изображение Солнца на экране без всякого окуляра величиной около 19 сантиметров в диаметре.

Таким образом длиннофокусная труба не только достаточно ахроматична, но и сильно увеличивает, взятая без окуляра. Однако, труба с объективом, диаметром в 1 см и фокусной длиной в 38,4 см, конечно, не будет светосильной, так как яркость изображения, как известно из физики, прямо пропорциональна квадрату диаметра объектива и обратно пропорциональна плоскостному увеличению трубы — стало быть, наша труба будет несколько страдать от излишнего увеличения за счет уменьшения окраски и светосилы. В сущности ахроматический объектив из двух стекол, кронгласа и флинтгласа изобретенный Долландом в 1757 г., вовсе не являясь

строго ахроматичным *, так как в нем ахроматизированы, т. е. сведены к одному фокусу, лишь два цвета (обыкновенно желтый и голубой), дал, главным образом, возможность укоротить огромную длину прежних труб почти в 40 раз, что чрезвычайно повысило и светосилу, и удобство обращения с ними. И хотя предлагаемая нами труба, как мы сказали, будет пригодна лишь для наблюдения более или менее ярких объектов, тем не менее мы рекомендуем ее устройство, так как, проверив на опыте все изложенное здесь, вполне убедились в том, что такая труба из очковых стекол может дать многое; даже некоторое отступление от формулы проф. Конради в сторону увеличения отверстия объектива все еще не вводит заметной окраски, если не злоупотреблять очень сильными увеличениями или применять к окуляру желтозеленый светофильтр.

2. Очковые стекла.

Очковые стекла предназначаются для исправления преимущественно двух главнейших недостатков человеческих глаз: близорукости—вогнутые стекла, «конкав», как их называют окулисты и оптики, и дальнозоркости — выпуклые стекла, или «конвекс». Есть еще и другие стекла, как, напр., цилиндрические для исправления тоже достаточно распространенного недостатка глаза — астигматизма, призматические—для исправления косоглазия и проч. Нас, главным образом, интересуют здесь простые двояковыпуклые стекла

* Совершенно полным ахроматизмом обладает лишь зеркальный отражательный телескоп.

для дальноворвех, конвекс, обозначаемые на рецептах врачей обыкновенно знаком $+$ (плюс) и, как увидим дальше, отчасти и двояковогнутые, конкав, обозначенные знаком $-$ (минус).

Для хороших стекол употребляется особое стекло, Bril-lenglass, отличающееся большой прозрачностью и твердостью и принимающее вследствие этого более яркую полировку, а еще лучшие стекла делаются из горного хрусталя. Обыкновенные же стекла готовятся из зеркального стекла, крон-гласа, который в плохих сортах имеет часто зеленоватый оттенок. Для сильных же вогнутых стекол применяют и твердый флинтглас, как более белое стекло. Стекла эти для разной силы очков употребляются разной толщины, начиная от 2 мм и до 5—6 мм и более. Предварительно они разрезаются на квадратики, около 4 мм в стороне, и обламываются или обрезаются на кружки, а при не особенно тщательном изготовлении уже сразу обламываются в виде овала.

Все сорта как выпуклых, так и вогнутых стекол можно разделить на три и даже четыре группы: слабые, средние, сильные и очень сильные. Изготовление стекол каждой из этих групп несколько отличается друг друга; именно, более сильные стекла шлифуются не помногу зараз, как более слабые, которые иногда шлифуются сразу по 50-ти и более штук на одной чашке. Такое массовое изготовление очковых стекол, конечно, чрезвычайно удешевляет их производство; но шлифование их, ради экономии места на чашке, предварительно обломанными на овал и в таком большом количестве значительно ухудшает точность их кривых поверхностей и особенно центрировки по сравнению с точностью стекол,

изготавливаемых на чашках меньшего размера, небольшими партиями (по 4) и не в виде овала, а в виде круга.

Прежде сила стекол обозначалась номерами, что соответствовало фокусной длине стекла, выраженной в дюймах. Например, стекло силой + № 8 означало стекло с фокусом в 8 дюймов. Теперь же силу очковых стекол определяют исключительно в диоптриях, обозначаемых буквой D; стекло, силой в одну диоптрию, имеет фокусную длину, равную одному метру или 100 сантиметрам. Стекло в 0,5 D отвечает фокусному расстоянию в $\frac{1}{0,5} = 2$ метрам; стекло в 0,25 D отвечает фокусу в $\frac{1}{0,25} = 4$ м; стекло в 3 D—фокусу в $\frac{1}{3} = 0,33$ м и т. д. Мы прилагаем здесь табличку очковых стекол, обозначенных в диоптриях и в сантиметрах.

Диоптрии.	Фокусное расстояние.
0,25 D	400 см
0,3 »	333,3 »
0,5 »	200 »
0,75 »	133,3 »
1 »	100 »
1,25 »	80 »
1,5 »	62,5 »
1,75 »	58,3 »
2 »	50 »
2,25 »	44,4 »
2,5 »	40 »
2,75 »	36,3 »
3 »	33,3 »

Диоптрии.	Фокусное расстояние.
3,25 D	30,7 см.
3,50 »	28,5 »
3,75 »	26,6 »
4 »	25 »
4,25 »	23,5 »
4,5 »	22,2 »
4,75 »	21 »
5 »	20 »
5,5 »	18,1 »
6 »	16,6 »
6,5 »	15,3 »
7 »	14,2 »
8 »	12,5 »
9 »	11,1 »
10 »	10 »
11 »	9,1 »
12 »	8,3 »
13 »	7,7 »
14 »	7,1 »
15 »	6,6 »
16 »	6,2 »
17 »	5,8 »
18 »	5,5 »
19 »	5,2 »
20 »	5 »

Обычно точность изготовления очковых стекол, если это не какие-либо особенно точные стекла, не превосходит $\frac{1}{8}$ D, т. е. стекла могут уклоняться в ту или другую сторону от