



Владимир Герасимов

# МЕНИСКОВЫЙ ТЕЛЕСКОП Д. Д. МАКСУТОВА

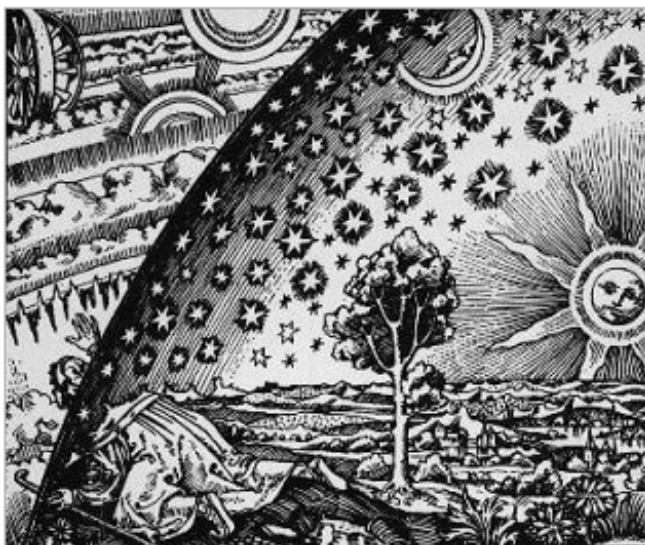
Изобретательская история  
2005

«Я всегда работу ценил  
больше жизни»  
Д. Д. Максутов



## СОДЕРЖАНИЕ

- |        |                            |         |                            |
|--------|----------------------------|---------|----------------------------|
| Стр. 2 | • Предисловие              | Стр. 17 | • Путь к мениску           |
| 3      | • Линзовый телескоп        | 18      | • Все дело в компенсации?  |
| 4      | • Зеркальный телескоп      | 19      | • Компенсация важна, но... |
| 5      | • Как искать таланты?      | 20      | • Количество – в качество  |
| 6      | • Сфера вместо параболы    | 21      | • Начало                   |
| 7      | • Алюминий вместо серебра  | 22      | • Замечательное свойство   |
| 8      | • Сомнительный успех       | 23      | • Счастливая случайность   |
| 9      | • Проблемы открытой трубы  | 24      | • Мощные телескопы         |
| 10     | • Защитное окно?           | 25      | • Изобретательский прием   |
| 11, 12 | • Задача по АРИЗ           | 26      | • Сегодня, 60 лет спустя   |
| 13     | • «Идеальный» ответ        | 27      | • Загадочная ситуация      |
| 14     | • Что поменяется?          | 28, 29  | • Награды                  |
| 15     | • Мысль идет дальше...     | 30      | • Авторское свидетельство  |
| 16     | • Мысль идет еще дальше... | 31      | • Литература               |



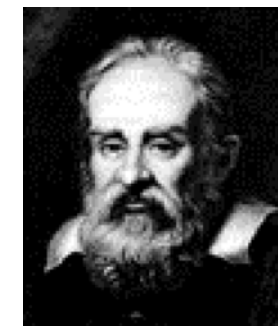
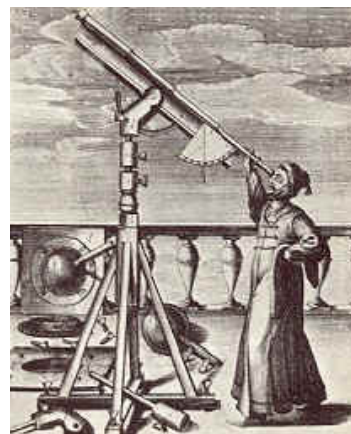
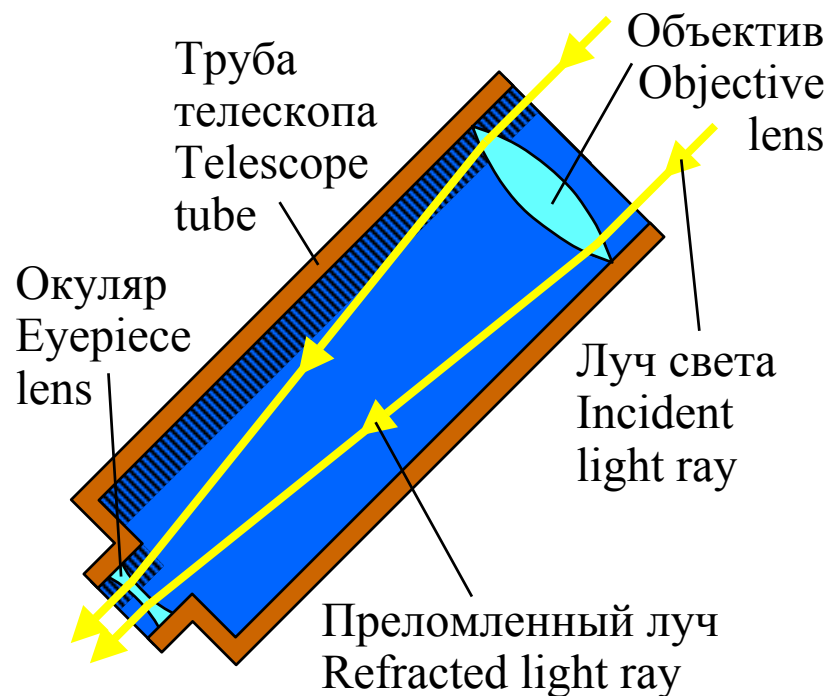
## ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1610 году Галилео Галилей впервые заглянул в свою небольшую зрительную трубу, которая по оптическим качествам была не лучше современного театрального бинокля. После этого за несколько сотен лет специалисты придумали множество гораздо более точных и совершенных инструментов. И

все же на этом фоне особо выделяется менисковый телескоп ученого-оптика и изобретателя Д. Д. Максудова. Трудно найти человека, который бы не слышал об этом телескопе, однако достоверная история его создания известна мало. Наиболее точно она изложена у самого автора в книге «Астрономическая оптика» (издания 1946 и 1979 г.г.).

«Я позволю себе описать цепь умозаключений, которые привели меня к этому изобретению, после чего станет понятным их принцип и их смысл» — пишет Максудов [1, стр.312]. Это достаточно редкий случай, когда автор подробно описывает не только результат, но и процесс, который к нему привел.

В предлагаемом читателю материале много цитат. Сделано это совершенно сознательно, в попытке внести в описание как можно меньше искажений.



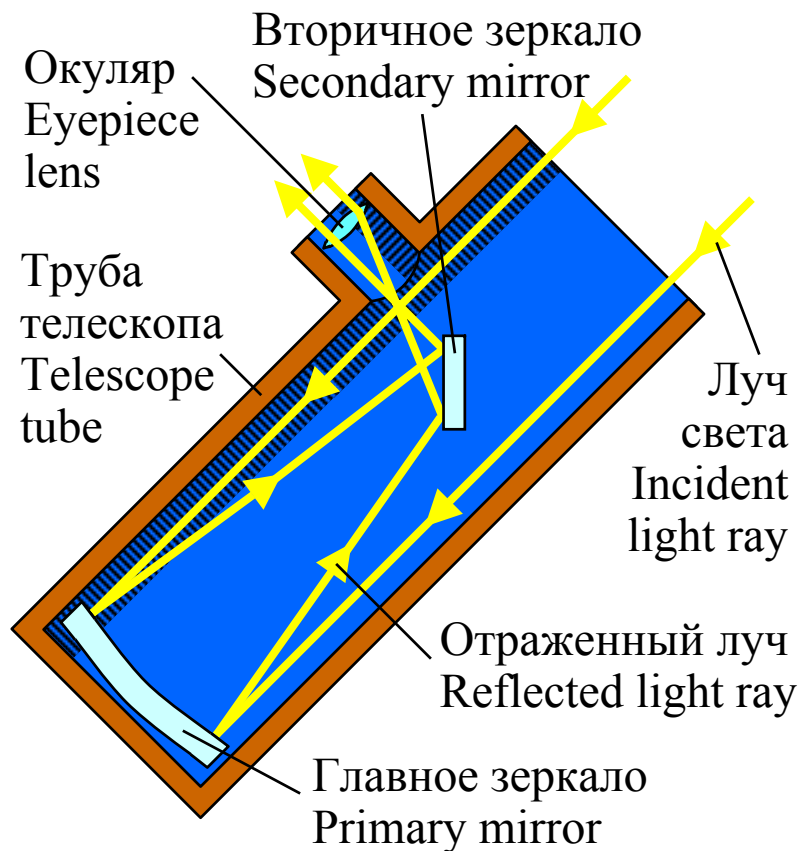
Galileo Galilei  
(1564-1642)

Назначение телескопов – собрать как можно больше света, приходящего от небесных светил, создать их изображение и сконцентрировать световые лучи на приемнике лучистой энергии.

Стоимость хороших инструментов очень высока. Например, в 1876 г. для Пулковской обсерватории был заказан крупнейший в мире в то время 76-сантиметровый рефрактор (длина трубы – 20 метров). На изготовление и установку прибора, которые заняли 9 лет, было выделено 300 тыс. рублей золотом.

## РЕФРАКТОР (линзовый телескоп)

Телескопы-рефракторы используются главным образом в астрометрических и звездно-астрономических исследованиях, где требуется измерение положений звезд с высокой точностью [2]. Изобретателем первого телескопа принято считать Галилео Галилея (1609 г.)



## РЕФЛЕКТОР (зеркальный телескоп)

Для астрофизических исследований предпочтительнее телескопы-рефлекторы. У зеркальных объективов отсутствует хроматическая aberrация, и из-



Исаак НЬЮТОН  
Sir Isaac Newton  
(1642-1727)



готовить вогнутые зеркала крупных размеров значительно легче, чем линзы, так как тщательной обработке подвергается только одна отражающая поверхность. Чтобы устранить сферическую aberrацию, отражающей поверхности вогнутого зеркала придают форму параболоида вращения, и такое зеркало называют параболическим [2].

Первый зеркальный телескоп был предложен Исааком Ньютоном в 1671 г.

## КАК ИСКАТЬ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ТАЛАНТЫ?

В предисловии ко 2-му изданию книги Д.Д. Максудова «Астрономическая оптика» написано, что автор, сын потомственного моряка, рано заинтересовался астрономией, и в возрасте 12-13 лет приступил к изготовлению своего первого телескопа-рефлектора диаметром 180 мм. Вскоре после этого, под руководством известного русского оптика А. А. Чикина, ставшего его учителем, он изготовил значительно более совершенный рефлектор диаметром 210 мм и начал серьезные астрономические наблюдения. Труды юного астронома и оптика получили известность.

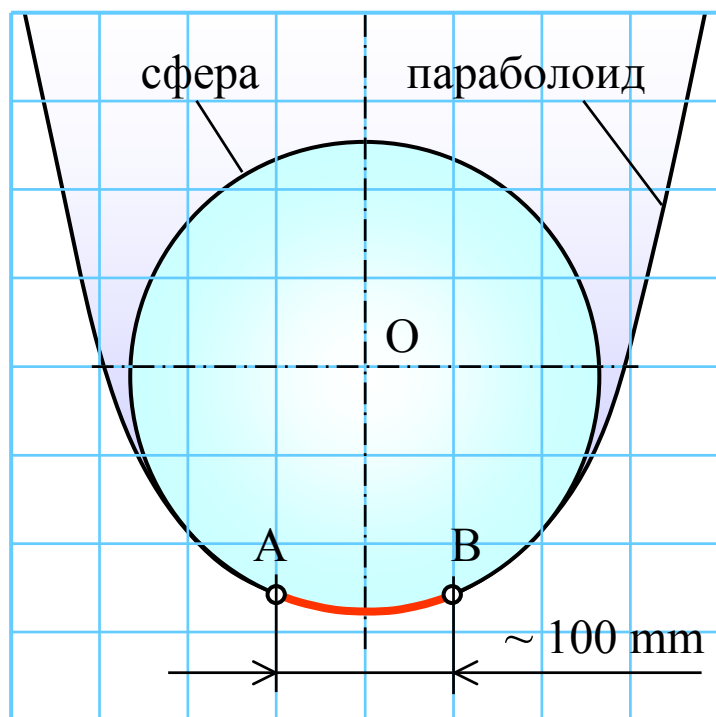
В возрасте 15 лет Д. Максудова избирают членом Русского астрономического общества. Тем самым астрономи-



Д. Д. Максудов  
(1896-1964)

-ческая общественность России по достоинству оценила рано проявившееся дарование юного ученого [3, стр. 6].

Кто лучше Максудова осознавал потребность в так называемом ШКОЛЬНОМ ТЕЛЕСКОПЕ, сочетающем высокое качество изображения с простой конструкцией и дешевой изготовлением? Сделав такой прибор доступным любому подростку, можно было со временем обеспечить приток в астрономию талантливых специалистов.



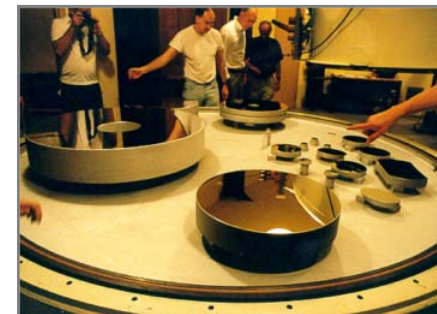
## СФЕРА ВМЕСТО ПАРАБОЛЫ

Основную проблему школьного телескопа Дмитрий Дмитриевич Максутов решил еще в 20-е годы. Он исходил из предпосылки, что для первого знаком-

ства с астрономией инструмент не обязательно должен быть большим. А для малых диаметров математический расчет показывал, что форму зеркала можно резко упростить. Фактически изобретение родилось «на кончике пера».

Многие годы спустя Максутов пишет: «При диаметре  $D = 100$  мм сферическое зеркало практически равноценно параболическому. Поэтому в таком инструменте, как в дешевом школьном или любительском 4-дюймовом телескопе, можно использовать вместо параболического зеркала зеркало сферическое с относительным отверстием  $A \leq 1:7$ , обеспечив крайнюю простоту и дешевизну изготовления таких зеркал. В свое время автор предлагал и разрабатывал именно такой школьный телескоп» [1, стр. 168].

Алюминирование зеркал  
Aluminizing  
of mirrors



## АЛЮМИНИЙ ВМЕСТО СЕРЕБРА

«В телескопе Ньютона стояло бронзовое зеркало, которое отражало не более 60 % света. В 1856 г. Фуко изготовил первый телескоп со стеклянными зеркалами наружного серебрения, которые способны отражать до 92 % лучей. Но такие высокие показатели держатся очень недолго, и быстро, иногда за срок в несколько недель, падают до величины столь же низкой, что и в телескопах с бронзовыми зеркалами.

В 1932 г. Стронг (John Strong) изобрел свой знаменитый метод алюминирования зеркал. Тонкий слой алюминия, осажденный на зеркале путем испарения алюминия в вакууме, обладает свойством покрываться тончайшей пленкой окиси алюминия, защищающей слой от дальнейших химических воздействий, т.е. от потускнения. И, действительно, алюминированные зеркала по сравнению с серебрянными могут быть названы вечными, не в абсолютном, конечно, а в относительном смысле слова» [1, с. 287, 288].



## «СОМНИТЕЛЬНЫЙ УСПЕХ» И «ПЕЧАЛЬНАЯ СУДЬБА»

Возможность выполнить зеркало сферическим обеспечивало простоту и дешевизну изготовления, а возможность алюминировать это зеркало – качество и надежность телескопа. Можно было заняться реализацией предложения.

«В 1927 г. Дмитрий Дмитриевич переходит в Государственный Физический институт в Одессе и организовывает мастерскую по изготовлению школьных телескопов. И хотя в мастерской работало всего пять человек, за один год с 1929 по 1930 было выпущено более сотни телескопов Ньютона диаметром 140 мм. Телескопы были хорошо выполнены механически и имели первоклассную оптику – всю изготовленную Максутовым собственноручно без станков» [4].

Казалось бы, все складывалось превосходно. Однако, в августе 1941 г. Максутов думал совсем по-другому. Вот что он пишет: «Оставляя Ленинград, и вместе с тем подготовлявшееся массовое производство школьных телескопов, над реализацией которого я с сомнительным успехом прохлопотал половину своей жизни, я задумался над печальной судьбой своего детища, а затем и над конструкцией того школьного телескопа, который, если бы не война, должен был выпускаться тысячами штук в год на одном из подмосковных заводов» [1, с. 312].

Откуда же столько уныния у автора великолепного изобретения? Почему успех СОМНИТЕЛЬНЫЙ, а судьба своего любимого детища – ПЕЧАЛЬНАЯ?



Вторичное зеркало  
Secondary mirror

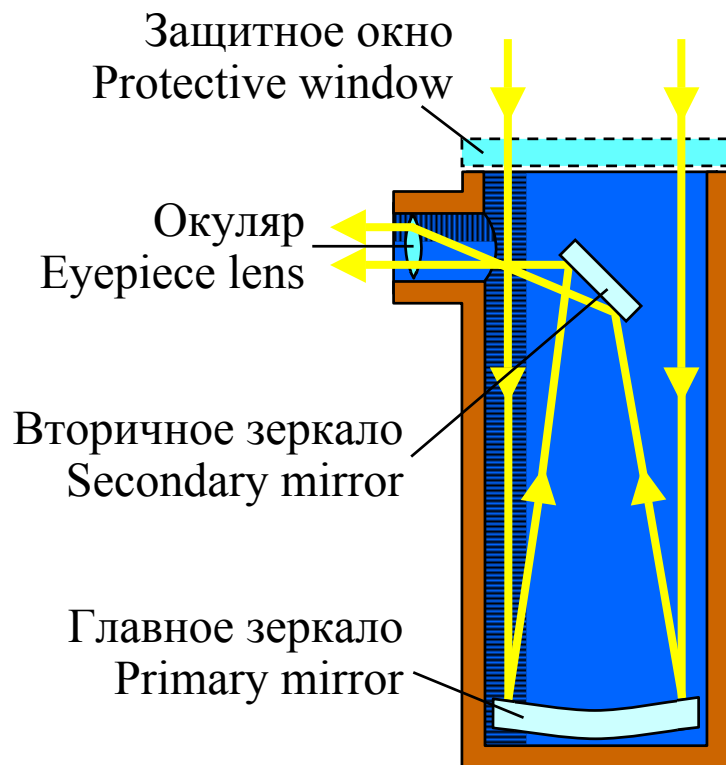
---

## ПРОБЛЕМЫ ОТКРЫТОЙ ТРУБЫ

Чтобы во время наблюдений лучи света могли свободно проникать к главному зеркалу телескопа, его труба долж-

на быть открытой. Но такой телескоп очень уязвим: вторичное зеркало расположено у самого входа в трубу и доступно любопытным детским пальчикам; пыль и влага из окружающего воздуха могут свободно попадать внутрь и оседать на поверхности зеркал.

«Все ли хорошо в разработанной конструкции школьного рефлектора?» – спрашивает сам себя Максотов и с горечью признает: «Нет, не все хорошо, так как в нем зеркала, хотя бы и алюминированные, будут быстро выходить из строя; в результате неизбежны нарекания со стороны школ, посылка на повторное алюминирование потускневших и испортившихся зеркал; престиж школьного телескопа может пострадать» [1, с. 312].

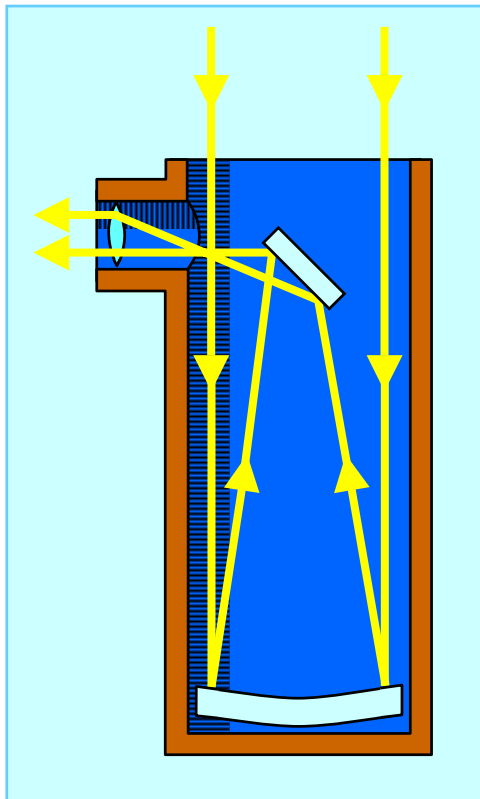


## ЗАЩИТНОЕ ОКНО?

«Как же улучшить конструкцию? – размышляет Д. Д. Максудов. – Един-

ственный, казалось, выход – это усложнить конструкцию, расположив в передней части трубы плоскопараллельное защитное окно, обращающее телескоп в герметическую конструкцию, не боящуюся запыления, запотевания и механических повреждений зеркал. Введение плоскопараллельного окна из оптического стекла значительно удорожит инструмент; но что делать, если только в этом случае школьный телескоп завоюет себе заслуживаемое им полезное широкое распространение» [1. с. 312].

Итак, проблемы открытой трубы легко устраняются установкой защитного окна из оптического стекла, однако стоимость прибора при этом недопустимо вырастает. Мы получили классическое **ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ**.



• Труба телескопа открыта

## ЗАДАЧА ПО АРИЗ

(см. также стр. 12)

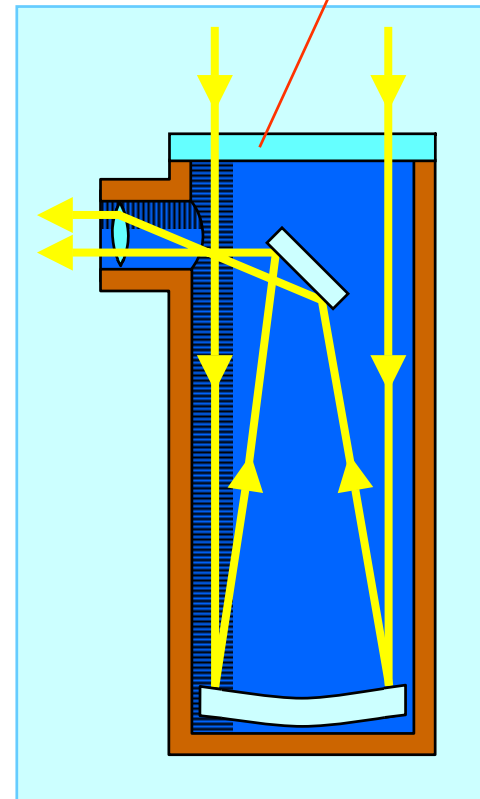
Возникло противоречие (записано по форме шага 1.1 АРИЗ-85-В):

Техническая система:

для наблюдения за удаленными предметами (школьный телескоп) включает трубу, главное зеркало, вторичное (диагональное) зеркало, окуляр, лучи света



Защитное окно  
Protective window



• Труба телескопа закрыта защитным окном

## ЗАДАЧА ПО АРИЗ

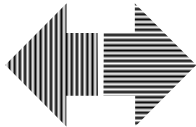
(см. также стр. 11)

### Техническое противоречие ТП-1:

ЕСЛИ ТРУБА ТЕЛЕСКОПА ОТКРЫТА, ТО ЕГО СТОИМОСТЬ ДЛЯ ШКОЛЫ ПРИЕМЛЕМА, НО ЗЕРКАЛА ЭТОГО ТЕЛЕСКОПА БУДУТ БЫСТРО ВЫХОДИТЬ ИЗ СТРОЯ

### Техническое противоречие ТП-2:

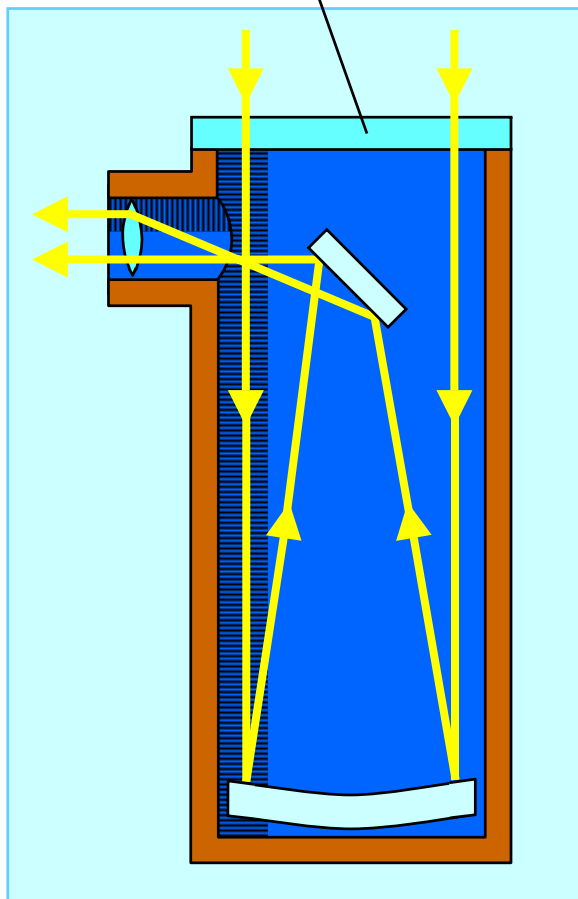
ЕСЛИ ТРУБА ТЕЛЕСКОПА ЗАКРЫТА ЗАЩИТНЫМ ОКНОМ ИЗ ОПТИЧЕСКОГО СТЕКЛА, ТО ОН БУДЕТ СЛУЖИТЬ ДОЛГО, НО ЕГО СТОИМОСТЬ БУДЕТ НЕДОПУСТИМО ВЫСОКОЙ



Необходимо при минимальных изменениях

**ОБЕСПЕЧИТЬ ЗАЩИТУ ТРУБЫ ТЕЛЕСКОПА  
БЕЗ УВЕЛИЧЕНИЯ ЕГО СТОИМОСТИ**

Защитное окно  
Protective window



## «ИДЕАЛЬНЫЙ» ОТВЕТ

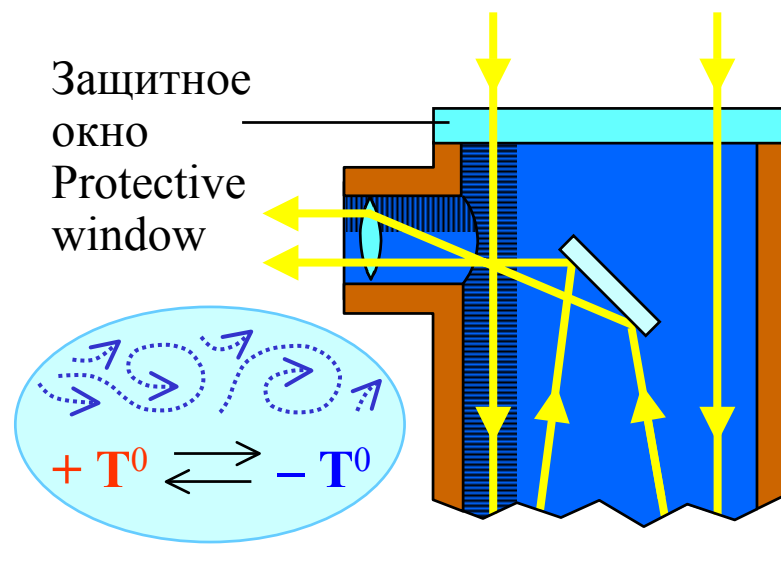
Со всех точек зрения лучше иметь закрытую трубу. Но тогда защитное окно из оптического стекла не должно ничего стоить. Использовать не оптическое стекло нельзя, так как это будет уже не телескоп. При таких ограничениях решить задачу очень трудно, поэтому ее никто и не решил за более чем 300 лет. Однако, совсем не трудно представить, что мы получим, если все же ее решим.

**МЫ ПОЛУЧИМ ДЕШЕВЫЙ И ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЙ ШКОЛЬНЫЙ ТЕЛЕСКОП, ТРУБА КОТОРОГО БУДЕТ ГЕРМЕТИЧНО ЗАКРЫТА ЗАЩИТНЫМ ОКНОМ ИЗ ОПТИЧЕСКОГО СТЕКЛА.**

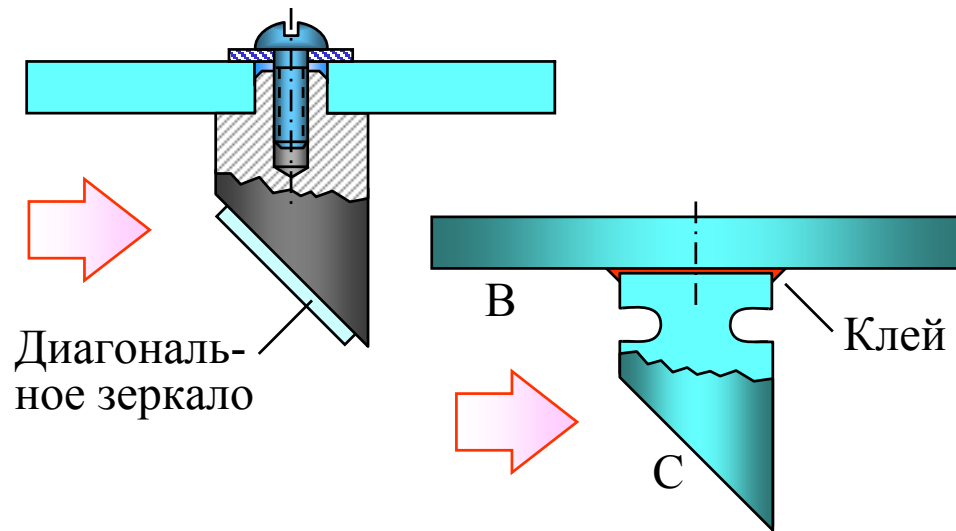
## ЧТО ПОМЕНЯЕТСЯ?

Во время эвакуации из Ленинграда, впервые за полтора десятка лет, Максудов подумал не о том, КАК ИЗГОТОВИТЬ защитное окно на трубе телескопа, а ЧТО ПРОИЗОЙДЕТ, если такое окно появится. Он пишет: «На долю занятого человека редко выпадает возможность две недели ничего не делать и фантазировать на интересные его темы...» [1, с. 312].

Что же поменяется в конструкции? Профессионалу высокого класса, не только ученому, но и практику с большим стажем, легко ответить на такой вопрос. Д. Д. Максудов пишет: «Герметическая труба приятна еще и в том отношении, что в ней устраняются конвекционные потоки воздуха,



а воздействие резких перемен температуры на зеркальные поверхности должно оказаться заметно ослабленным. Повидимому, с введением защитного окна в телескопе улучшится качество изображений: при данных атмосферных условиях в телескопе с закрытой трубой следует ожидать более спокойных изображений...» [1, с. 313].



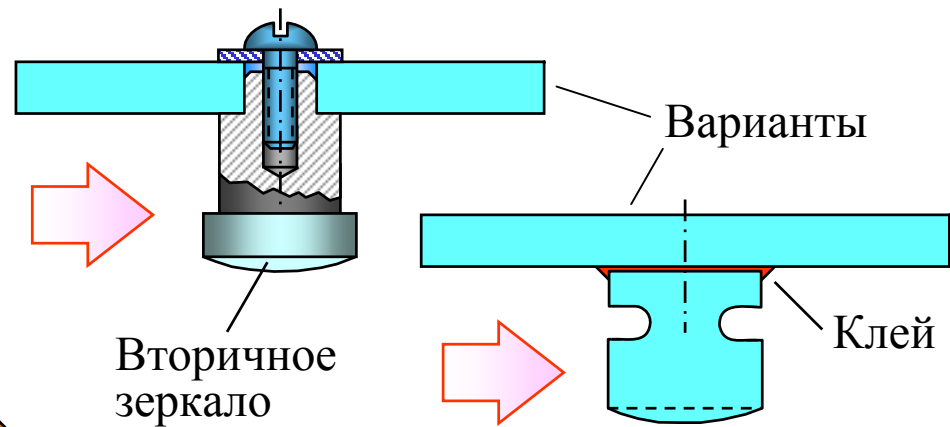
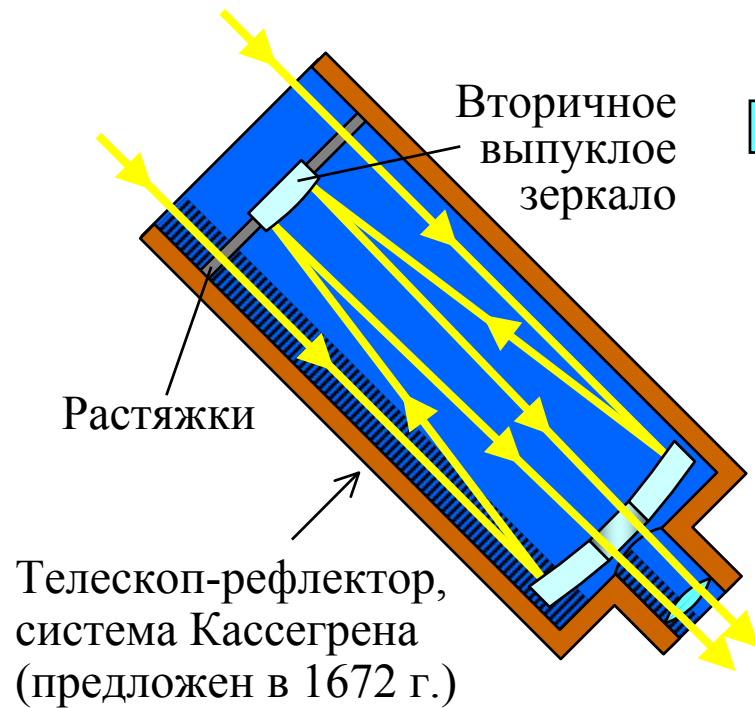
## МЫСЛЬ ИДЕТ ДАЛЬШЕ...

Предложения по изменению конструкции телескопа настолько просты и так четко описаны в книге, что представить их не составляет никакого труда.

Автор пишет: «... мысль идет дальше и находит еще одно преимущество телескопа с защитным окном: к окну можно привязать диагональное зеркало, засверлив, например, в окне отверстие,

пропустив через него хвост оправы диагонального зеркала, а затем приболтив этот узел к защитному окну. Возможна и другая конструкция: диагональное зеркальце С выполняется в виде стеклянного косо усеченного цилиндра с нашлифованным пояском для разгрузки напряжений, а затем наклеивается на защитное окно В» [1, с. 313].



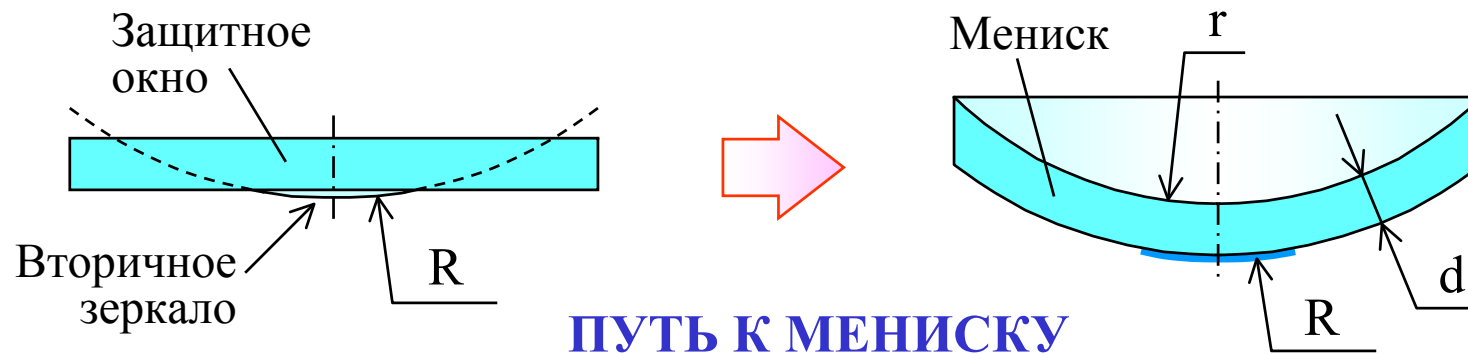


изображений звезд, и, кроме того, конструкция оказывается менее подверженной разбюстировкам. Но мысль идет еще дальше... Нельзя ли таким же образом осуществить системы Грегори или Кассегрена, приклеив или приболтив вторичные зеркала к защитному окну? Оказывается, что можно» [1, с. 313].

Очевидно, что все эти предложения достаточно полезны, но затрат на дорогое защитное окно они никак не окупают.

## МЫСЛЬ ИДЕТ ЕЩЕ ДАЛЬШЕ...

Прикрепив диагональное зеркало к защитному окну «... мы освобождаемся от стойки или растяжек, вызывающих появление дифракционных хвостов у



### ПУТЬ К МЕНИСКУ

На следующем шаге логично было бы «свернуть» конструкцию, т.е. выполнить и вторичное зеркало, и защитное окно в виде одной детали. Теоретически это возможно, но практически совершенно не технологично. И все же этот промежуточный вариант полезен, т.к. помогает сделать очередной шаг.

Д. Д. Максудов рассуждает: «... может быть, для этого случая можно выполнить защитное окно не в виде плоскопараллельного диска, а в виде мениска приблизительно постоянной толщи-

ны и с соответственно выбранной кривизной внутренней поверхности так, чтобы, заалюминировав ее центральную часть, можно было осуществить вторичное зеркало на самой поверхности такого менискообразного защитного окна? Такая конструкция очень выгодна, так как у вторичного зеркала нет ни оправы, ни даже отдельной оптической детали; экранирование оказывается минимальным из возможных, а для разъюстировки вторичного зеркала практически нет почти никаких оснований» [1, с. 313].

## ВСЕ ДЕЛО В КОМПЕНСАЦИИ?

Защитное окно в виде мениска – это первое неочевидное предложение, и его следует обдумать. Д. Д. Максutow пишет: «Такая конструкция очень хороша, но не внесет ли мениск вредных aberrаций? Повидимому, внесет, но какие, – это следует выяснить. Что всегда можно подобрать такие кривизны для мениска, при которых он будет в высокой степени ахроматичным, – это было ясно при первом же рассмотрении вопроса. Оставался нерешенным вопрос о сферической aberrации.

Короткое рассуждение показало, что такие мениски могут вносить значительную сферическую aberrацию как положительную, так и отрицательную, оставаясь при этом еще достаточно ахроматичными. И тут я чуть-чуть не упустил важного открытия, рассуждая,

что в таком случае можно рассчитать мениск, не вносящий aberrации, т.е. без aberrаций мениск. На этих мыслях я задержался несколько часов, пока не додумался, что значительно выгоднее выбрать такой мениск, который вводит в систему положительную aberrацию, способную компенсировать отрицательную aberrацию сферического зеркала или системы сферических зеркал. В этот момент и были изобретены менисковые системы» [1, с. 314].

Почему же всего за несколько ЧАСОВ Максutow смог сделать то, что другим не удавалось сделать за СТОЛЕТИЯ? Неужели только потому, что он впервые применил новый и ранее никому не известный «метод компенсации»? Эта версия напрашивается сама собой.

## КОМПЕНСАЦИЯ ВАЖНА, НО...

В статье астронома Э. Тригубова написано следующее: «... открытие возникло не на голом месте. В его (Максутова – В.Г.) записках еще 1936 года, где он исследовал зеркало Манжена, на полях тетради имеются зарисовки системы «манжена», в которой мениск отделен от зеркала и стоит впереди него. В исходной системе Манжена не хватало параметров для хорошей коррекции aberrаций, и Максудов отделил «преломляющую часть» от «отражающей», чтобы улучшить коррекцию. Но, увы, по неизвестным причинам расчеты произведены не были, и открытие состоялось позже, в 1941г. Более того, исследовав семейство менисков близких к "ахроматическому" и выведя условие "ахроматизации", он увидел, что оно совпадает с условием,

полученным ним для сплошного окуляра. И мениск является одним из частных случаев. Работа эта была опубликована в "записках" Одесского Физического института еще в 1929 году! Так что можно сказать, что "тернистый" путь изобретения занял 13 лет!

Вообще, идея менисковых систем как бы витала в воздухе. Система, в которой aberrации сферического зеркала компенсируются обратными по знаку aberrациями линзы, были предложены независимо от Максудова и друг от друга голландцем А. Бауэрсом, англичанином Д. Габором и финном И. Вайсайлой. Однако, идея "ахроматического" мениска получившего наибольшее распространение целиком принадлежит Д. Д. Максудову» [4].

## КОЛИЧЕСТВО – В КАЧЕСТВО

Допущение, что телескоп закрыт защитным окном из оптического стекла, было ПЕРВЫМ шагом. Оно позволило получить несколько полезных, но не таких уж и крупных предложений. Однако ситуация резко поменялась, когда Максудов придумал взаимно компенсировать искажения зеркала и мениска. Произошел КАЧЕСТВЕННЫЙ СКАЧОК – исчезло ограничение на размер трубы телескопа: если раньше ее диаметр не мог сильно превышать 100 мм, то теперь он мог быть на порядок больше.

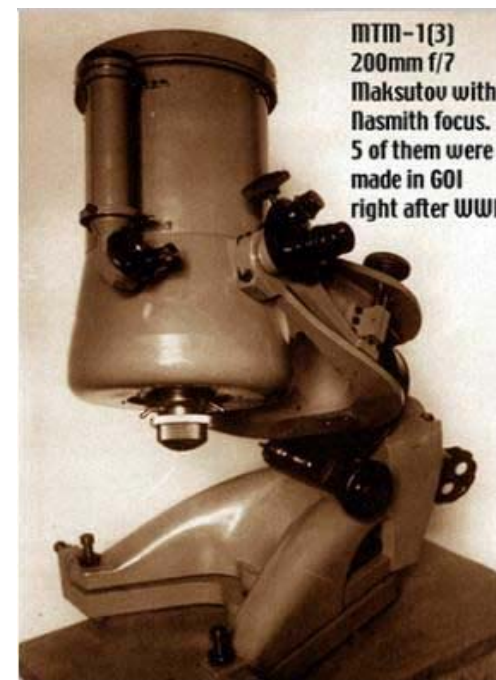
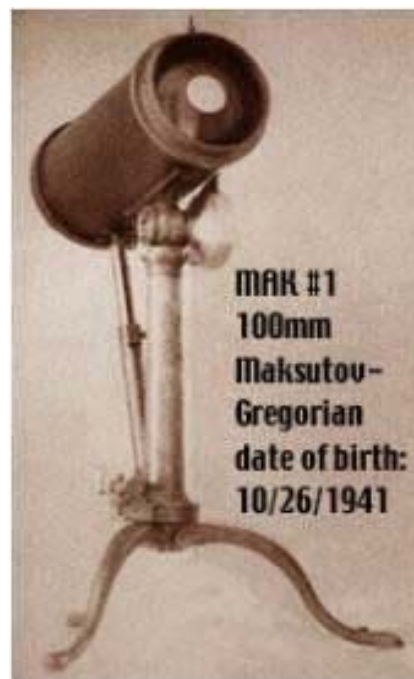
Вот что написано по этому поводу в БСЭ: «Диаметр менисковых систем ограничивается предельными размерами заготовок оптич. стекла (обычно крона, обладающего малым по-

глощением в ультрафиолетовой части спектра); в настоящее время их диаметр вряд ли может превысить  $1\frac{1}{4}$  м. Для сооружения менискового телескопа больших размеров Максудов предложил схему, в которой сравнительно небольшой мениск поставлен в отраженном от сферич. зеркала и сходящемся к фокусу пучке лучей. По этой схеме могут быть построены телескопы с диаметром зеркал, измеряемым несколькими метрами» [5].

Стоит напомнить, что диаметры двух самых крупных в мире визуальных объективов – 91 см и 102 см. Оба объектива изготовлены американскими оптиками Д. и А. Кларками в 1888 г. и в 1896 г. Все дальнейшие попытки сделать подобное закончились неудачей.

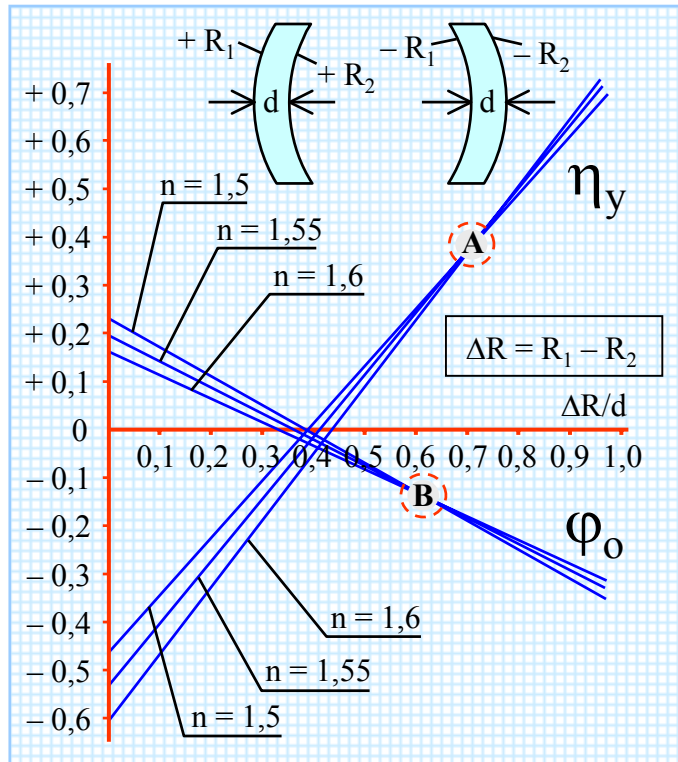
## НАЧАЛО

«3 октября 1941 года, – пишет Максудов, – я закончил расчет первого менискового телескопа системы Грегори ( $D = 100$ ) и передал его, вместе с эскизами инструмента, на изготовление в экспериментальные мастерские; 26 октября 1941 года телескоп был изготовлен и успешно опробован в присутствии большого числа сотрудников института...» [1, стр. 314].



«Первыми телескопами, изготовление которых было начато еще в 1942 году, были МТМ-1(3). Это были 200 мм менисковые телескопы, построенные по схеме Несмита. Телескопы были спроектированы очень удачно и сейчас выглядят законченно и современно» [4].

Но это было только начало. Спустя некоторое время у менисковых систем обнаружили новые положительные свойства, которые предоставляли им огромные преимущества по сравнению с другими телескопами.



## ЗАМЕЧАТЕЛЬНОЕ СВОЙСТВО

«Мениски из семейства близких к ахроматическому мениску, – отмечает Максудов, – характерны тем, что в них разность радиусов кривизны  $\Delta R = R_1 - R_2$  и толщина  $d$  достаточно малы по сравнению с величиной каждого из радиусов.

Угловая сферическая aberrация  $\eta_y$  и оптическая сила  $\varphi_0$  таких менисков может быть выражена как прямолинейная функция параметра  $\Delta R/d$ , являющегося основным для данного семейства менисков.

Мы обнаруживаем ... замечательное свойство: кривые  $\eta_y$  для существенно различных значений  $n$  пересекаются в довольно узкой области **A**, которой соответствует  $\Delta R/d \cong 0,7$ ; таким же образом кривые  $\varphi_0$  пересекаются в области **B**, которой соответствует  $\Delta R/d \cong 0,6$ . Это значит, что мениски с параметром  $\Delta R/d$ , близким к  $0,7$ , вносят одинаковую сферическую aberrацию почти независимо от того, из какого сорта стекла они изготовлены; таким же образом при  $\Delta R/d \cong 0,6$  мениски вносят одинаковую, причем весьма и весьма малую, сходимост в параллельный пучок, а фокусировка в менисковой системе не изменяется, из какого бы сорта стекла ни был изготовлен мениск» [1, с. 315].

## СЧАСТЛИВАЯ СЛУЧАЙНОСТЬ

«Максутов объясняет: «По совершенно случайному счастливому для нас совпадению в так называемых «ахроматических» менисках... параметр  $\Delta R/d$  близок к 0,6, а потому в менисковых системах не только можно безнаказанно заменять одну плавку стекла данного сорта другой, но и заменять один сорт другим, достаточно к нему близким, не меняя при этом конструктивных элементов системы. Это чрезвычайно важное и благоприятное свойство менисковых систем ставит их в выгодное положение по сравнению с линзовыми объективами и упрощает проблему получения стекла нужного качества.

Так как почти безразлично, из какого прозрачного материала изготовлен мениск, то появляется возможность выбирать материал для мениска, руковод-

ствуясь не только оптическими, но и технологическими, физико-химическими, механическими и экономическими соображениями» [1, с. 314, 315].

«...Система «мениск-вогнутое зеркало» не только апланатична, но по счастливой случайности достаточно свободна от астигматизма, на что автор первоначально и не претендовал» [1, с. 318].

Кроме этого, отмечает автор: «... в менисковых системах особенно сильно снижен вторичный спектр – главное и неустранимое зло линзовых объективов». А «...снижение вторичного спектра в м н о г и е с о т н и раз позволяет надеяться осуществить менисковые системы огромного диаметра и высокой светосилы при первоклассном оптическом их качестве» [1, с. 322].



## МОЩНЫЕ ТЕЛЕСКОПЫ

«В 1949-50 годах под руководством Д.Д. Максудова... в мастерских ГОИ строится менисковая камера АСИ-2 с поперечником мениска 500 мм. В 1950 году этот инструмент устанавливается на Алма-Атинской обсерватории, и первые же снимки на ней дают превосходные результаты. Аналогичная камера АЗТ-5 ( $D = 500$ ) была установлена позже на Крымской станции ГАИШ в 1955г. Годом позднее, более мощный 700 мм телескоп АС-32 устанавливается в Абастуманской обсерватории.

Последней и лучшей работой Максудова является 700 мм двухменисковый астрометрический астрограф АЗТ-16. Идея создания этого инструмента возникла в 1960 г. АЗТ-16 был установлен



Телескоп АС-32



Телескоп АЗТ-16

в Чили в 1968 г. на горе Роблес, в 90 километрах к северо-западу от Сантьяго. Сейчас этот инструмент практически недоступен для русских астрономов-наблюдателей.

В 80-х годах рассматривались проекты создания еще более мощного 900 мм инструмента такого же класса, но по-видимому людям, его воплощавшим, уже не хватило ни энтузиазма, ни твердости Максудова, чтобы довести проект до воплощения в жизнь...» [4].

## ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИЙ ПРИЕМ

Вернемся к школьному телескопу. Получается, что первоначальная задача так и не была решена, ведь мениск из оптического стекла не намного дешевле плоскопараллельного защитного окна? С другой стороны, известно также, что школьный телескоп много лет выпускался и был для школ дешевым.

Это противоречие было разрешено чисто административным путем. За выдающиеся заслуги Д. Д. Максутову без защиты присвоили звание профессора, а позже избрали членом-корреспондентом Академии наук. Он был награжден несколькими орденами и дважды получал Государственную премию.

Вот этим ресурсом он и воспользовался. Эдуард Тригубов пишет: «В это же

время (1942 год – В.Г.) изготавливается первая партия в тысячу штук 70 мм телескопов для школ. Наконец сбылось давнишняя мечта Максутова – школы и любители получили доступный телескоп. Его цена была низкой и их производство было нерентабельным для заводов, но благодаря авторитету Максутова, телескоп еще долгие годы продолжал выпускаться на разных заводах (сначала в Ленинграде, а позднее в Новосибирске). До сих пор этот телескоп, настоящее оптико-механическое чудо, можно встретить еще у любителей астрономии и в некоторых школах» [4].

Старый и проверенный прием «Не мытьем, так катаньем» оказался достаточно эффективным и в этот раз. Изобретателю стоит взять его себе на заметку.



SKYWATCHER  
SKYMAX-90  
90 mm (3.5")  
£159.00



NexStar 4  
102 mm (4")  
\$ 419.95



Orion® StarMax™ EQ  
90 mm (3.5")  
\$ 289.00



MEADE 7" LX200GPS  
178 mm (7") \$2,799.00

## СЕГОДНЯ, 60 ЛЕТ СПУСТЯ

Приобрести менисковый телескоп можно совершенно свободно в любом крупном магазине, оформив заказ обычной почтой по бесплатному каталогу или на Интернетe. Предложений – огромное количество, цены отличаются больше, чем на два порядка, а немного поискав, можно рассчитывать на солидные скидки.



LOMO Little Mak  
30 mm (1.2") \$29.95

## ЗАГАДОЧНАЯ СИТУАЦИЯ

Автор великолепнейшего изобретения, Дмитрий Дмитриевич Максutow пишет: «Работая над теорией менисковых систем и видя их преимущества, невольно вспоминаешь тернистый путь истории оптического приборостроения. Сколько было изломано копий в борьбе сторонников рефлектора и рефрактора! Сколько было затрачено энергии, с одной стороны, на овладение методикой изготовления и исследования точных асферических поверхностей, а с другой – на разрешение проблемы ахроматических стекол! Сколько изготовлено флинт-гласа и других трудоемких сортов стекла для тех случаев, в которых их можно было бы и не применять! Наконец, сколько построено дорогих,

громоздких и несовершенных телескопов с не менее дорогим и громоздким механическим оборудованием и дорогими помещениями с огромными вращающимися куполами!

Если бы на заре астрономической оптики был известен элементарно простой принцип менисковых систем, в основном доступный пониманию современников Декарта и Ньютона, то астрономическая оптика могла бы пойти по совершенно иному пути и иметь ахроматическую короткофокусную оптику со сферическими поверхностями, базирующуюся лишь на единственном сорте оптического стекла, безразлично с какими константами» [6].

Почему же МОГЛА, НО НЕ ПОШЛА?

## НЕОЖИДАННАЯ НАГРАДА

Знакомство с историей изобретения менисковых систем позволяет сделать однозначный вывод: главную роль в их создании сыграл подход «ДОПУСТИТЬ НЕДОПУСТИМОЕ», т.е. представить себе, что первоначальная задача решена и предложение внедрено. Все остальное было важным, но вторичным. Только пройдя несколько шагов удалось сформулировать задачу, решение которой обеспечило первый КАЧЕСТВЕННЫЙ СКАЧОК – компенсацию искажений сферического зеркала противоположными по знаку искажениями мениска (то, что Максудов позже назвал «методом компенсации»).

Если бы на этом все и закончилось, предложенного Максудовым было бы вполне достаточно для отличного изобретения. Но его ждало то, чего он первоначально даже и не мог предположить – именно для мениска, работающего в паре со сферическим зеркалом, оказалось совершенно безразличным, из какого оптического стекла изготовлен этот мениск.

Конечно же, все оптические стекла дорогие, но все же цены отличаются. Однако, много важнее то, что всегда можно выбрать наименее дефицитный материал, ничуть не рискуя при этом хотя бы немного снизить качество прибора.

## НАГРАДА ЗА СМЕЛОСТЬ МЫСЛИ

Можно сказать, что Максудову просто повезло, но это будет неправильно. Он получил **ЗАСЛУЖЕННУЮ НАГРАДУ**.

И если ордена и премии ему вручали «...за выдающиеся заслуги в области науки и техники», то эта награда – за **СМЕЛОСТЬ МЫСЛИ**.

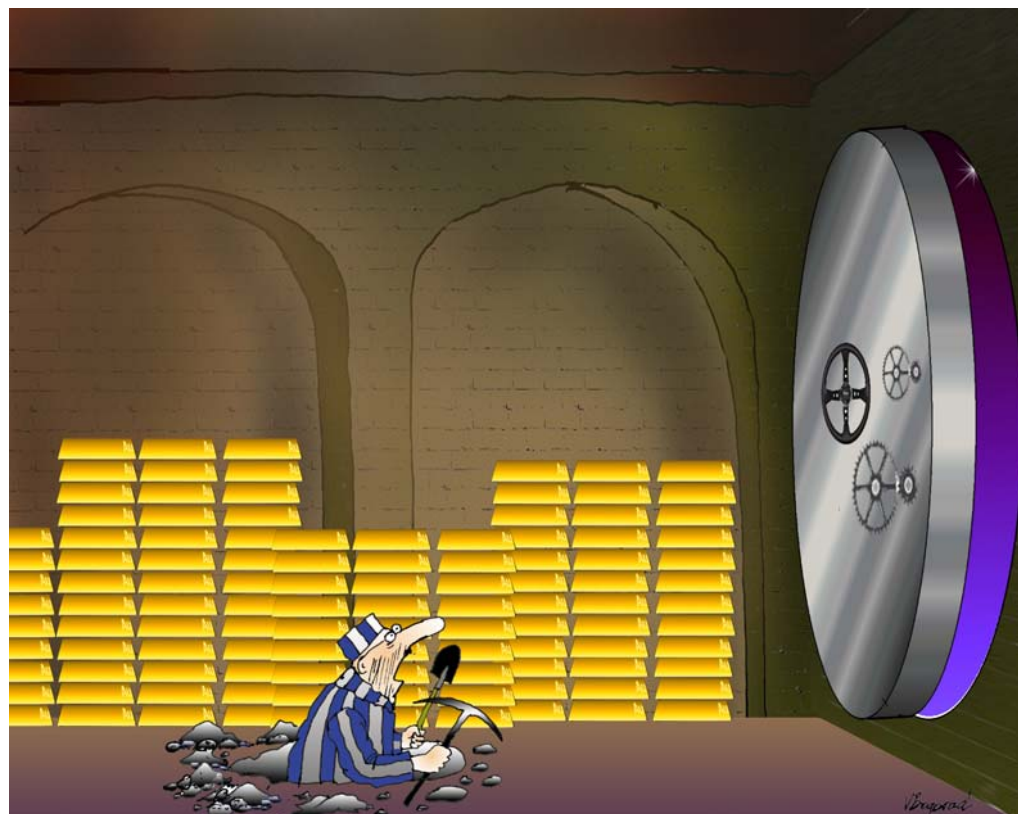


Рисунок Виктора Богорада



## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

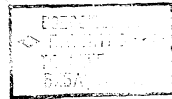
Зарегистрировано в Бюро изобретений Госплана СССР

Д. Д. Максутов

ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Заявлено 8 ноября 1941 года в НКВ за № 1493 (313377)

Опубликовано 31 августа 1945 года



Предметом настоящего изобретения является оптическая система, в которой перед объективом для компенсации сферической aberrации и комы установлен дополнительный компонент в виде одиночного ахроматического мениска со сферическими поверхностями, соотношение толщины и радиусов кривизны которого приблизительно удовлетворяет следующему уравнению:

$$R_1 = \frac{2d \frac{(n-1)^2}{n} \left(1 + \frac{d}{R_2}\right)}{n + \frac{2d(n-1)}{R_2} + \sqrt{n^2 + \frac{4d(n+1)}{R_2}}}$$

где  $R_1$  — радиус кривизны передней поверхности,

$R_2$  — радиус кривизны задней поверхности,

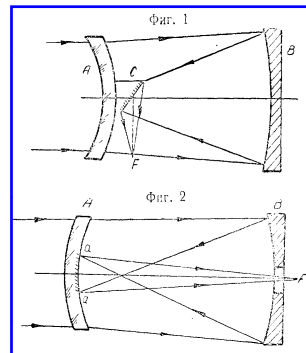
$d$  — толщина мениска по оси,  
 $n$  — показатель преломления стекла мениска.

Для возможности компенсации таким мениском также хроматизма и комы для всех зон поля зрения системы, мениск снабжают индивидуальной ретушью.

Такой мениск является ахроматичным, но обладает положительной сферической aberrацией; угловая сферическая aberrация, вноси-

мая мениском из заданного сорта стекла, пропорциональна толщине  $d$ , четвертой степени кривизны  $\frac{1}{R_2^4}$  и кубу зоны  $u^3$ .

Поэтому с помощью ахроматических менисков можно компенсировать отрицательную сферическую aberrацию многих оптических систем, в которых угловая сферическая aberrация также пропорциональна  $u^3$ , не внося при этом сколько-нибудь заметного хроматизма.



## Предмет изобретения

(1-й пункт формулы; всего в ней 5 пунктов)

1. Оптическая система, в которой перед объективом установлен дополнительный компонент, близкий к афокальному и предназначенный для компенсации сферической aberrации и комы, отличающийся тем, что указанный дополнительный компонент выполнен в виде одиночного мениска со сферическими поверхностями, соотношение толщины и радиусов кривизны которого приблизительно удовлетворяют следующему уравнению:

$$R_1 = \frac{2d \frac{(n-1)^2}{n} \left(1 + \frac{d}{R_2}\right)}{n + \frac{2d(n-1)}{R_2} + \sqrt{n^2 + \frac{4d(n+1)}{R_2}}}$$

где:

$R_1$  — радиус кривизны передней поверхности,

$R_2$  — радиус кривизны задней поверхности,

$d$  — толщина мениска по оси,

$n$  — показатель преломления.



1. Максutow Д. Д. Астрономическая оптика [Текст] / Д. Д. Максutow. - М.-Л. : ОГИЗ Гос. изд-во технико-теорет. лит., 1948.
2. Дагаев М. М. Астрономия [Текст] : учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов / М. М. Дагаев и др. - М. : Просвещение, 1983. - С. 162-163.
3. Максutow Д. Д. Астрономическая оптика [Текст] / Д. Д. Максutow. - 2-е изд. - Л. : Наука, 1979.
4. Тригубов Э. Максutow: жизнь, судьба, легенда [Электронный ресурс] // [http://fidel.savelovo.net.ru/Observers/Arhiv/arhiv\\_01.htm](http://fidel.savelovo.net.ru/Observers/Arhiv/arhiv_01.htm).
5. Менисковый телескоп [Текст] // БСЭ. - 1954. - Т. 27. - С. 153.
6. Новые катадиотпрические менисковые системы [Текст] / Д. Д. Максutow // Труды / Гос. оптический ин-т. - 1944. - Т. XV1, вып.124. - С. 15.