



VLADIMIR GERASIMOV © 2005

МЕНИСКОВЫЙ ТЕЛЕСКОП

Д. Д. МАКСУТОВА

Изобретательская история
2005

все же на этом фоне особо выделяется менисковский телескоп ученого-оптика и изобретателя Д. Д. Максутова. 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 Максутов [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 многое цитат. Сделано это совершенно сознательно, в попытке внести в описание как можно меньше искажений.

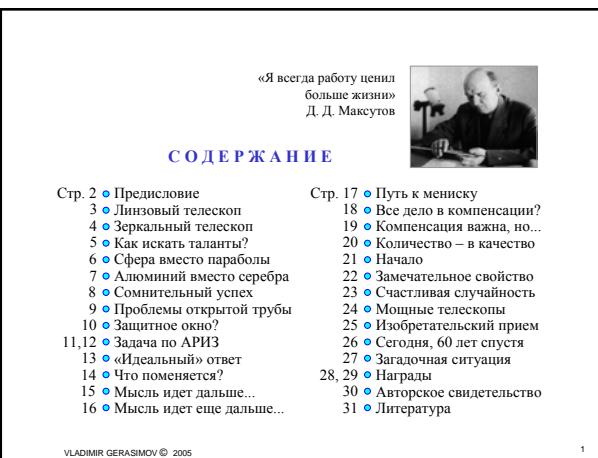


ПРЕДИСЛОВИЕ

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

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

2

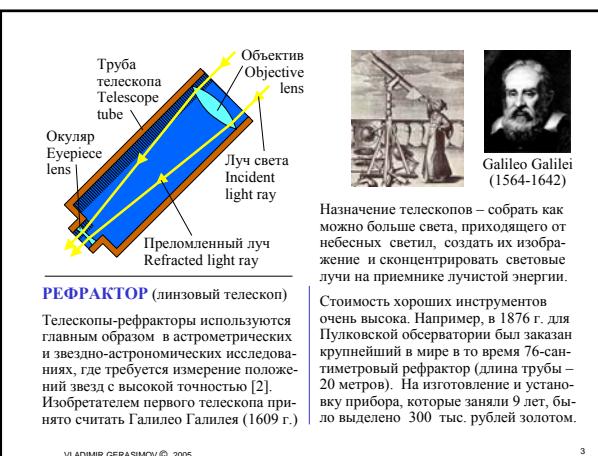


СОДЕРЖАНИЕ

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

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

1



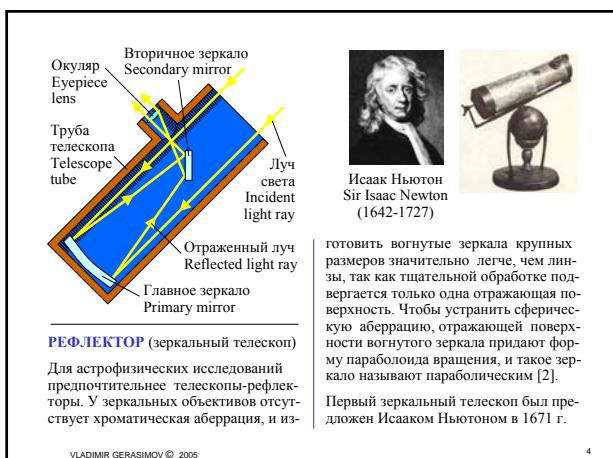
РЕФРАКТОР (линзовый телескоп)

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.).

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.

3



РЕФЛЕКТОР (зеркальный телескоп)

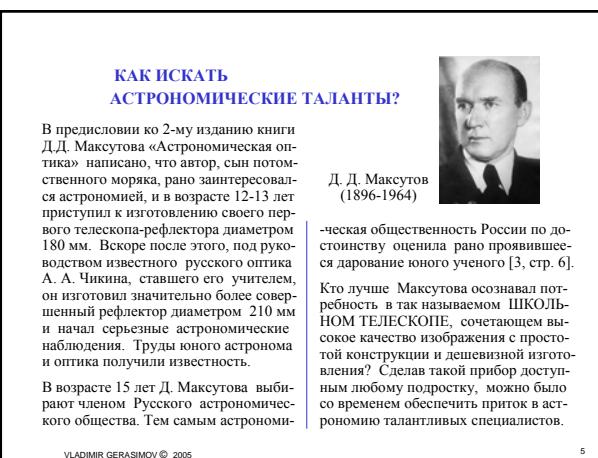
Для астрофизических исследований предпочтительнее телескопы-рефлекто-ры. У зеркальных объективов отсутствует хроматическая аберрация, и из-

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.

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

4



КАК ИСКАТЬ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ТАЛАНТЫ?

В предисловии ко 2-му изданию книги Д. Д. Максутова «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. Максутов выби-рает членом Русского астрономиче-ского общества. Тем самым астрономи-

ческая общественность России по до-столичству оценила рано проявившее-ся дарование юного ученого [3, стр. 6]. Кто лучше Максутова осознавал потребность в так называемом ШКОЛЬ-НОМ ТЕЛЕСКОПЕ, сочетающем вы-сокое качество изображения с простой конструкцией и дешевизной изгото-вления? Сделав такой прибор доступ-ным любому подростку, можно было со временем обеспечить приток в аст-рономию талантливых специалистов.

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

5

СФЕРА ВМЕСТО ПАРАБОЛЫ

Основную проблему школьного телескопа Дмитрий Дмитриевич Максутов решил еще в 20-е годы. Он исходил из предпосылки, что для первого знакомства 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 такого зеркала. В своем время автор предлагал и разрабатывал именно такой школьный телескоп» [1, стр. 168].

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

6

АЛЮМИНИРОВАНИЕ ЗЕРКАЛ
Aluminizing of mirrors

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 серебряными могут быть названы вечными, не в абсолютном, конечно, а в относительном смысле слова» [1, с. 287, 288].

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

7

«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].

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

8

Вторичное зеркало
Secondary mirror

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 подготавливавшееся массовое производство школьных телескопов, над реализацией которого я сомнительным успехом прошлогодня половину своей жизни, я задумалась 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 великого изобретения? Почему успех СОМНИТЕЛЬНЫЙ, а судьба своего любимого детища – ПЕЧАЛЬНАЯ?

Чтобы во время наблюдений лучи света могли свободно проникать к главному зеркалу телескопа, его труба должна быть открыта. 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 Максутов 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, посыпка на повторное алюминирование потускневших и испортившихся зеркал; престиж школьного телескопа может пострадать» [1, с. 312].

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

9

ЗАЩИТНОЕ ОКНО?

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

ственный, казалось, выход – это осложнить 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 удорожает 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.

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

10

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

• Труба телескопа открыта

Заднее окно
Protective window

• Труба телескопа закрыта защитным окном

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

11

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

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

12

«ИДЕАЛЬНЫЙ» ОТВЕТ

Со всех точек зрения лучше иметь закрытую трубу. Но тогда защитное окно из оптического стекла не должно ничего стойти. Использовать не оптическое стекло нельзя, так как это будет уже не телескоп. При таких ограничениях решить задачу очень трудно, поэтому ее никто и не решал 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.

**Задиное окно
Protective window**

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

13

ЧТО ПОМЕНЯЕТСЯ?

Во время эвакуации из Ленинграда, впервые за полтора десятка лет, Максутов 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 интересующие его темы...» [1, с. 312].

Что же изменится в конструкции? Профессионалу высокого класса, не только ученыму, но и практику с большим стажем, легко ответить на такой вопрос. Д. Д. Максутов пишет: «Герметическая труба прията еще и в том отношении, что в ней устраиваются конвекционные потоки воздуха,

**Задиное окно
Protective window**

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].

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

14

МЫСЛЬ ИДЕТ ДАЛЬШЕ...

Предложения по изменению конструкции телескопа настолько прости 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,

**Растяжки
Diagonaльное зеркало
Клей**

МЫСЛЬ ИДЕТ ДАЛЬШЕ...

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

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

15

МЫСЛЬ ИДЕТ ЕЩЕ ДАЛЬШЕ...

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

**Вторичное выпуклое зеркало
Растяжки
Телескоп-рефлектор, система Кассегрена (предложен в 1672 г.)**

изображений звезд, и, кроме того, конструкция оказывается менее подверженной разынтиюрам. Но мысль идет еще дальше... Нельзя ли таким же образом осуществить системы Грегори или Кассегрена, приклеив или приболтав 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.

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

16

ПУТЬ К МЕНИСКУ

На следующем шаге логично было бы «вернуть» конструкцию, т.е. выполнить телескоп 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. Максутов рассуждает: «... может быть, для этого случая можно выполнить защитное окно не в виде плоско-параллельного диска, а в виде мениска приблизительно постоянной толщины и с соответствующей 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 разынтиюры вторичного зеркала практически нет почти никаких оснований» [1, с. 313].

**Задиное окно
Мениск
R
d**

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

17

ВСЕ ДЕЛО В КОМПЕНСАЦИИ?

Защитное окно в виде мениска – это первое неочевидное предложение, и его следует обдумать. Д. Д. Максутов 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. б. е з а б ը р а ц и о н ы й мениск. На этих мыслях я задержалась несколько часов, пока не додумалась, что значительно выгоднее выбрать такой мениск, который вводит в систему по л о ж и т ը в и ю aberrацию, способную компенсировать отрицательную aberrацию сферического зеркала или системы сферических зеркал. В этот момент и были изобретены м е н и с к о в ы е системы» [1, с. 314].

Почему же всегда за несколько ЧАСОВ Максутов 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.

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

18

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 «мэнжена», в которой мениск отделен от зеркала и стоит впереди него. В исходной системе Манжена не хватало параметров для хорошей коррекции aberrаций, и Максутов отдал «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 в близких к «ахроматическому» и выведя условие «ахроматизации», он увидел, что оно совпадает с условием,

полученным им 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 «гернис-тый» путь изобретения занял 13 лет!

Вообще, идея мениковых систем как бы витала в воздухе. Система, в которой aberrации сферического зеркала компенсируются обратными по знаку aberrациями линзы, были предложены независимо от Максутова и друг от друга голландцем А. Баэрсом, англичанином Д. Габором и фином И. Вайсайли. Однако, идея «ахроматического» мениска получившего наибольшее распространение целиком принадлежит Д. Д. Максутову» [4].

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

19

КОЛИЧЕСТВО – В КАЧЕСТВО

Допущение, что телескоп закрыт защищенным окном из оптического стекла, было ПЕРВЫМ шагом. Оно позволило получить несколько полезных, но не таких уж и крупных предложений. Однако ситуация резко поменялась, когда Максутов придумал взаимно компенсировать искажения зеркала и мениска. Произошел КАЧЕСТВЕННЫЙ СКАЗОК – 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 мениковых систем ограничивается предельными размерами заготовок оптического стекла (обычно кроны, обладающего малым по-

глощением в ультрафиолетовой части спектра); в настоящие времена их диаметр вряд ли может превысить 1 1/4 м. Для сооружения мениковского телескопа на больших размерах Максутов предложил схему, в к-рой сравнительно небольшой мениск поставлен в отраженном от сферич. зеркала и сходящемсяся к фокусу пучке лучей. По этой схеме могут быть построены телескопы с диаметром зеркал, измеряемым несколькими метрами» [5].

Столт 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 следать подобное закончились неудачей.

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

20

НАЧАЛО

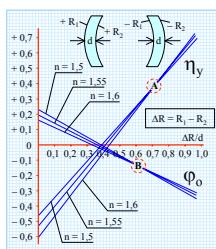
«3 октября 1941 года, – пишет Максутов, – я закончил расчет первого мениковского телескопа системы Грэгори (D = 100) и передал его, вместе с эскизами инструмента, на изготовление в экспериментальных мастерских; 26 октября 1941 года телескоп был изготовлен и успешно опробован в присутствии большого числа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

«Первыми телескопами, изготовленные которых было начато еще в 1942 году, были МТМ-1(3). Это были 200 мм мениковые 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 мениковых систем обнаружились новые положительные свойства, которые предоставляли им огромные преимущества по сравнению с другими телескопами.

21



ЗАМЕЧАТЕЛЬНОЕ СВОЙСТВО

«Мениски из семейства близких к ахроматическому мениску, – отмечает Максутов, – 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 η_y и оптическая сила ϕ_0 таких мениковских может быть выражена как промилейная функция параметра $\Delta R/d$, являющегося основным для данного семейства менисков.

Мы обнаруживаем ... замечательное свойство: кривые η_y для существенно различных значений d пересекаются в довольно узкой области А, которой соответствует $\Delta R/d \approx 0.7$; таким же образом кривые ϕ_0 пересекаются в области В, которой соответствует $\Delta R/d \approx 0.6$. Это значит, что мениски с параметром $\Delta R/d$, близким к 0.7, вносят одинаковоюю сферическую aberrацию почти независимо от того, из какого сорта стекла они изготовлены; таким же образом при $\Delta R/d \approx 0.6$ мениски вносят одинаковую, причем весьма и весьма малую, сходимость в параллельном пучок, а фокусировка в мениковской системе не изменяется, из какого бы сорта стекла ни был изготовлен мениск» [1, с. 315].

22

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 мениковских системах не только можно, но и безнаказанно заменять одну плавкую стекло данного сорта другим, но и заменять один сорт другим, достаточно к нему близким, не меняя при этом конструктивных элементов системы. Это чрезвычайно важное и благоприятное свойство мениковых 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, руководствуясь 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 первонациально и не претендовал» [1, с. 318].

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

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

23

МОЩНЫЕ ТЕЛЕСКОПЫ

«В 1949-50 годах под руководством Д.Д. Максутова... в мастерских ГОИ строится менисковая камера АСИ-2 с попечником 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 Максутова 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 Максутова, чтобы довести проект до воплощения в жизнь...» [4].

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

24

ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИЙ ПРИЕМ

Вернемся к школьному телескопу. Получается, что первоначальная задача так и не была решена, ведь менисик из оптического стекла не намного дешевле плоско-параллельного 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 несколкими орденами и дважды получил 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 сбылась 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.

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

25



СЕГОДНЯ, 60 ЛЕТ СПУСТЯ

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

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

26

ЗАГАДОЧНАЯ СИТУАЦИЯ

Автор великолепнейшего изобретения, Дмитрий Дмитриевич Максутов 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 ахроматических поверхностей, а с другой – на разрешение проблемы ахроматических стекол! Сколько изготовлено флинт-гласса 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, базирующимися лишь на единственном сорте оптического стекла, безразлично с какими константами» [6].

Почему же МОГЛА, НО НЕ ПОШЛА?

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

27

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 осталось 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 Максутов позже назвал «методом компенсации»).

Если бы на этом все и закончилось, предложенного Максутовым 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, многое важнее то, что всегда можно выбрать наименее дефектный материал, ничуть не рискуя при этом хотя бы немного снизить качество прибора.

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

28

НАГРАДА ЗА СМЕЛОСТЬ МЫСЛИ

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

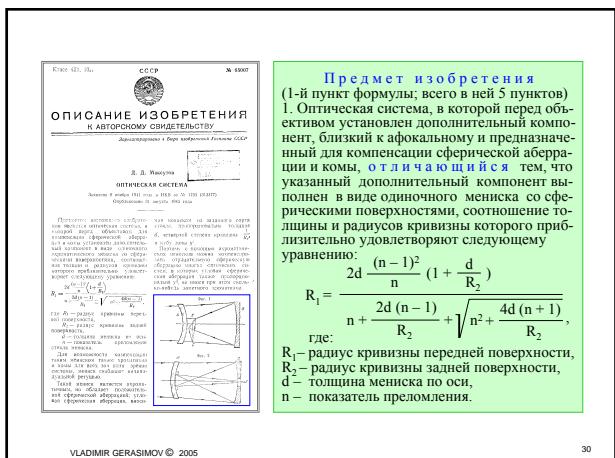
И если ордена и премии ему вручали «...за выдающиеся заслуги в области науки и техники», то эта награда – за СМЕЛОСТЬ МЫСЛИ.



Рисунок Виктора Богородского

VLADIMIR GERASIMOV © 2005

29



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:

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

где:

R_1 – радиус кривизны передней поверхности,
 R_2 – радиус кривизны задней поверхности,
 d – толщина мениска по оси,
 n – показатель преломления.

30



1. Максутов Д. Д. Астрономическая оптика [Текст] / Д. Д. Максутов. - 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. Максутов Д. Д. Астрономическая оптика [Текст] / Д. Д. Максутов. - 2-е изд. - Л. : Наука, 1979.
4. Тригубов Э. Максутов: жизнь, судьба, легенда [Электронный ресурс] // http://fidel.savelovo.net.ru/Observers/Arhiv/arkhiv_01.htm.
5. Мениковый телескоп [Текст] // БСЭ. - 1954. - Т. 27. - С. 153.
6. Новые катадиоптрические мениковые системы [Текст] / Д. Д. Максутов // Труды / Гос. оптический ин-т. - 1944. - Т. XVI, вып.124. - С. 15.

31