



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2010117463/28**, **30.04.2010**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.04.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **30.04.2010**(43) Дата публикации заявки: **10.11.2011** Бюл. № 31(45) Опубликовано: **20.02.2012** Бюл. № 5(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2248024 C2**, **10.03.2005**. **SU 1270735 A1**, **15.11.1986**. **RU 2125285 C1**, **20.01.1999**. **GB 2030315 A**, **02.04.1980**. **SU 1191862 A**, **15.11.1985**.

Адрес для переписки:

630049, г.Новосибирск-49, ул. Д. Ковальчук, 179/2, ФГУП "ПО "НПЗ"

(72) Автор(ы):

Клевцов Юрий Андреевич (RU)

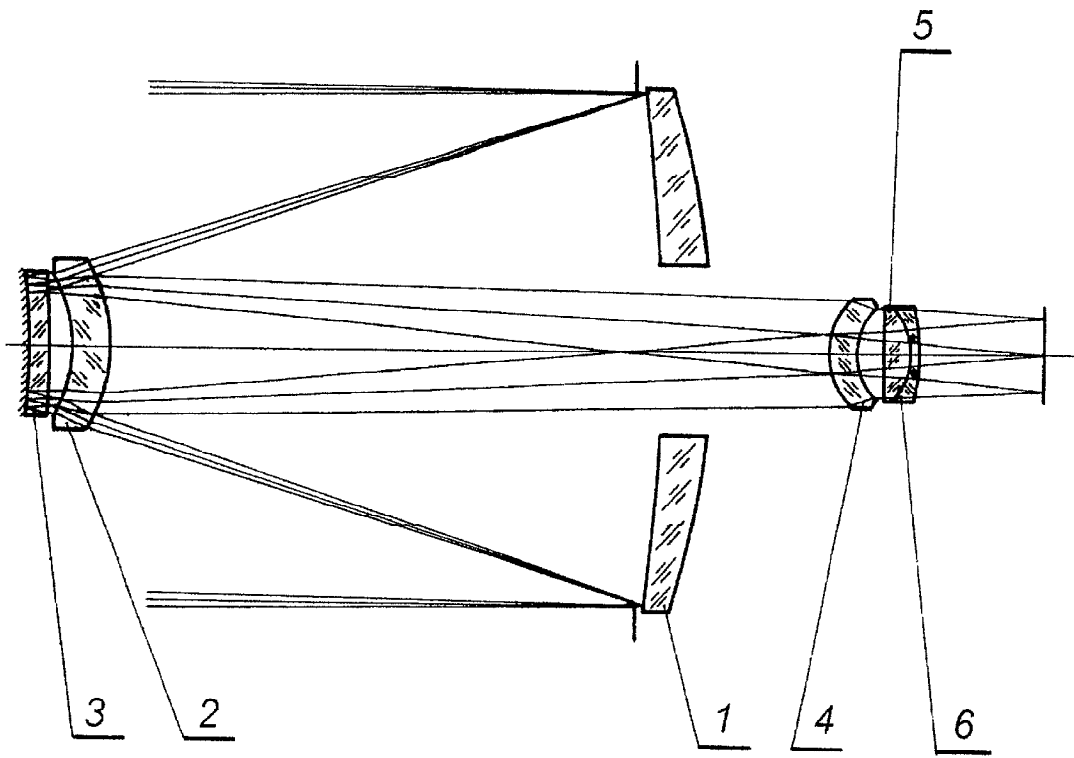
(73) Патентообладатель(и):

**Открытое акционерное общество
"Производственное объединение
"Новосибирский приборостроительный
завод" (ОАО "ПО "НПЗ") (RU)****(54) КАТАДИОПТРИЧЕСКИЙ ТЕЛЕСКОП**

(57) Реферат:

Телескоп может быть использован в серийных малогабаритных устройствах, работающих с приборами зарядовой связи для проведения астрофотографических, спектральных, фотометрических наблюдений небесных объектов в широкой области спектра, для изучения астроклимата, а также в серийных фотовизуальных телескопах с действующим отверстием 150-400 мм. Телескоп содержит установленные по ходу луча главное вогнутое сферическое зеркало (1), корректирующий элемент, включающий две отрицательные одиночные линзы (2 и 3) из разных марок стекла с квазиблизкими в видимой области спектра коэффициентами дисперсии, первая из которых - квазиафокальный мениск, обращенный

вогнутостью к объекту, а вторая имеет зеркальную поверхность и выполнена из материала с меньшим показателем преломления, и трехлинзовый изопланатический компенсатор внеосевых аберраций, установленный перед фокальной плоскостью телескопа. Первая по ходу луча линза компенсатора - квазиафокальный отрицательный мениск (4), обращенный вогнутостью к плоскости изображения, вторая (5) и третья (6) линзы компенсатора склеены. Первая по ходу луча поверхность склеенного блока линз плоская, а остальные поверхности обращены вогнутостью к объекту. Технический результат - уменьшение паразитного света, улучшение качества изображения по краям поля зрения, увеличение рабочего отрезка компенсатора. 2 ил., 2 табл.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2010117463/28, 30.04.2010**(24) Effective date for property rights:
30.04.2010

Priority:

(22) Date of filing: **30.04.2010**(43) Application published: **10.11.2011 Bull. 31**(45) Date of publication: **20.02.2012 Bull. 5**

Mail address:

**630049, g.Novosibirsk-49, ul. D. Koval'chuk,
179/2, FGUP "PO "NPZ"**

(72) Inventor(s):

Klevtsov Jurij Andreevich (RU)

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Proizvodstvennoe ob"edinenie "Novosibirskij
priborostroitel'nyj zavod" (OAO "PO "NPZ") (RU)****(54) CATADIOPTRIC TELESCOPE**

(57) Abstract:

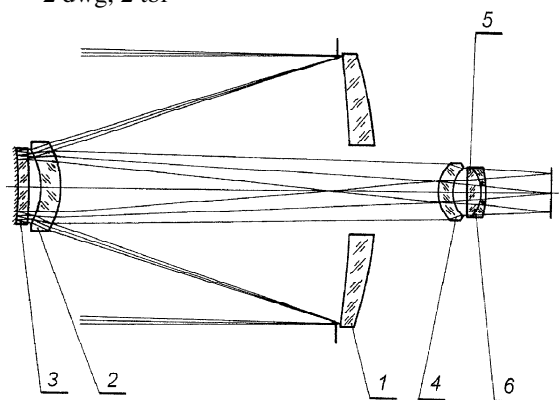
FIELD: astronomy.

SUBSTANCE: telescope may be used for serial compact devices operated with charge-coupled devices for astrophotographic, spectral, photometric observations of celestial objects in the broad-spectrum, for astroclimate study as well as for serial photovisual telescopes with the effective focal aperture of 150-400 mm. The telescope contains the following components (following the ray path): main concave dish (1), the correction element comprising two negative single lenses (2 and 3) of different glass brands with the dispersion factor that is quasi-proximal in the visible spectrum, the first one being a quasi-afocal meniscus with its concavity overlooking the object, the second one with mirror surface, made of a material with lower refraction index, and a three-lens isoplanatic off-axis aberration compensator installed in front of the telescope's focal plane. The first lens following the ray path is a quasi-afocal negative meniscus (4) with

its concavity overlooking the image plane, the second (5) and the third (6) compensator lenses are glued together. The first plane of the glued lens unit following the ray path is a flat one, the remaining planes have their concavities overlooking the object.

EFFECT: reduced stray light, enhanced the image quality on the periphery of the viewing field, increasing the compensator's flange focal distance.

2 dwg, 2 tbl



Фиг. 1

Предлагаемое изобретение относится к области астрономических приборов и может быть использовано в серийных малогабаритных телескопах фотографического назначения, работающих с приборами зарядовой связи (ПЗС-камерами и цифровыми фотоаппаратами), служащих для проведения разнообразных наблюдений небесных

объектов в широкой области спектра, таких как астрофотографические, спектральные, фотометрические, изучение астроклимата и тому подобное.

Предлагаемая оптическая система может быть использована также в серийных фотовизуальных телескопах с действующим отверстием 150-400 мм.

Известен катадиоптрический телескоп, предложенный автором, содержащий установленные по ходу луча главное вогнутое сферическое зеркало и корректирующий элемент, состоящий из двух одиночных линз, первая из которых выполнена в виде отрицательного квазиафокального мениска, обращенного вогнутостью к объекту наблюдения, а вторая - отрицательная и имеет зеркальную отражающую поверхность. Линзы корректора выполнены из разных марок стекла, имеющих в видимой области спектра квазиблизкие коэффициенты дисперсии (Катадиоптрический телескоп [Текст]: пат. 2125285 Рос. Федерация: МПК G02B 17/08, 23/02 / автор Клевцов Ю.А.; патентообладатель Конструкторско-технологический институт прикладной микроэлектроники СО РАН).

В диапазоне длин волн 436-700 нм рабочей области спектра цифровой фотографической аппаратуры такие телескопы обеспечивают дифракционное качество изображения на оси при диаметре действующего отверстия до 800 мм и относительном отверстии до 1:7. Однако внеосевые aberrации: астигматизм, кривизна поля и хроматизм увеличения ограничивают поле зрения, на котором еще возможно получение изображений высокого качества.

Прототипом предлагаемого изобретения является катадиоптрический телескоп, предложенный автором, содержащий установленные по ходу луча главное вогнутое сферическое зеркало и корректирующий элемент, включающий две одиночные линзы из разных марок стекла с квазиблизкими в видимой области спектра коэффициентами дисперсии, первая из которых выполнена в виде отрицательного квазиафокального мениска, обращенного вогнутостью к объекту наблюдения, а вторая, отрицательная, имеет зеркальную отражающую поверхность и выполнена из материала с меньшим показателем преломления. Перед фокальной плоскостью телескопа установлен трехлинзовый изопланатический компенсатор внеосевых aberrаций, причем последний по ходу луча компонент компенсатора выполнен в виде квазиконцентрического мениска, обращенного вогнутостью к плоскости изображения.

Первые две по ходу луча линзы компенсатора могут быть склеены (Катадиоптрический телескоп [Текст]: пат. 2248024 Рос. Федерация: МПК⁷ G02B 23/06, 17/08 / автор Клевцов Ю.А.; патентообладатель ГУП «ПО «НПЗ»).

Основными недостатками прототипа являются: наличие в плоскости изображения паразитного света от компенсатора внеосевых aberrаций; относительно низкое, по современным требованиям, качество изображения точки по краям поля зрения (для систем с действующим отверстием от 250 мм и больше); сравнительно небольшое рабочее расстояние - 45,5 мм (в настоящее время для работы с современной фотографической аппаратурой требуется рабочее расстояние не менее 55 мм).

Задачей предлагаемого изобретения является понижение уровня паразитного светового фона, уменьшение эффективного пятна рассеяния для краевых точек поля зрения и увеличение рабочего расстояния преобразователя фокуса до принятых в настоящее время стандартов.

Поставленная задача достигается тем, что в катадиоптрическом телескопе, содержащем установленные по ходу луча главное вогнутое сферическое зеркало и корректирующий элемент, включающий две одиночные линзы из разных марок стекла с квазиблизкими в видимой области спектра коэффициентами дисперсии, первая из которых выполнена в виде отрицательного квазиафокального мениска, обращенного вогнутостью к объекту наблюдения, а вторая, отрицательная, имеет зеркальную отражающую поверхность и выполнена из материала с меньшим показателем преломления, трехлинзовый изопланатический компенсатор внеосевых аберраций, установленный перед фокальной плоскостью телескопа, первая по ходу луча линза компенсатора выполнена в виде квазиафокального отрицательного мениска, обращенного вогнутостью к плоскости изображения, вторая и третья линзы компенсатора склеены, причем первая по ходу луча поверхность склеенного блока линз плоская, а остальные поверхности обращены вогнутостью к объекту наблюдения.

Оптические поверхности квазиконцентрического мениска компенсатора внеосевых аберраций в прототипе являются источником паразитных бликов второго порядка, концентрирующихся вблизи плоскости изображения. Замена квазиконцентрического мениска на мениск квазиафокальный отрицательный и перенос его вперед по ходу луча, а также большая кривизна этого мениска способствуют удалению плоскости фокусировки паразитных бликов от плоскости изображения. Тем самым уменьшается паразитный световой фон в телескопе. Склейка второй и третьей линз компенсатора внеосевых аберраций и ориентация поверхностей склеенного блока вогнутостью к объекту наблюдения также способствуют уменьшению паразитного света.

Относительно большая кривизна и осевая толщина первой менисковой линзы компенсатора внеосевых аберраций способствует увеличению его рабочего расстояния и компенсации хроматической комы телескопа, в результате чего происходит уменьшение эффективного пятна рассеяния по краям поля зрения.

Заявителю не известны катадиоптрические телескопы, обладающие признаками, сходными с признаками, отличающими предлагаемый катадиоптрический телескоп от прототипа.

Предлагаемое изобретение иллюстрируется следующими графическими материалами:

Фиг.1 - оптическая схема катадиоптрического телескопа;

Фиг.2 - точечные диаграммы для катадиоптрического телескопа с действующим отверстием 300 мм (относительное отверстие - 1:6);

Катадиоптрический телескоп содержит установленные по ходу луча главное вогнутое сферическое зеркало 1 и корректирующий элемент, включающий две одиночные линзы 2 и 3 из разных марок стекла с квазиблизкими в видимой области спектра коэффициентами дисперсии, первая из которых 2 выполнена в виде квазиафокального отрицательного мениска, обращенного вогнутостью к объекту наблюдения, а вторая, отрицательная 3, имеет зеркальную отражающую поверхность и выполнена из материала с меньшим показателем преломления (Фиг.1). Вблизи фокальной плоскости телескопа установлен трехлинзовый изопланатический компенсатор внеосевых аберраций, включающий отрицательную квазиафокальную менисковую линзу 4 и склеенный блок, состоящий из положительной линзы 5 и отрицательной линзы 6.

Лучи света, отражаясь от главного зеркала 1, проходят через линзы корректирующего элемента 2 и 3 и, отражаясь от зеркальной поверхности линзы 3, идут обратно через корректор, выходя из которого собираются линзами 4, 5, 6

компенсатора внеосевых aberrаций, из которого выходят приблизительно телецентрическими пучками и фокусируются в плоскости изображения телескопа на небольшом расстоянии за компенсатором.

Обоснуем возможность достижения в предложенном катадиоптрическом телескопе 5 схеме заявленных технических характеристик.

Причинами появления паразитного света в телескопе-прототипе, при наличии в поле зрения объекта большой яркости (яркие звезды и планеты), являются блики, возникающие в компенсаторе внеосевых aberrаций. Сравнительно низкая квантовая 10 эффективность ПЗС-матриц, используемых в цифровой фотоаппаратуре, приводит к тому, что до 30% света отражается в обратном направлении. Этот свет, в свою очередь, отражается от оптических поверхностей компенсатора внеосевых aberrаций обратно в сторону плоскости изображения, где образует довольно интенсивные блики, способные, при определенных условиях, создавать в плоскости изображения 15 паразитный световой фон. Кроме того, причиной появления паразитного света являются еще так называемые блики второго порядка, образующиеся в прямом ходе лучей при отражении света от поверхностей компенсатора внеосевых aberrаций. Эти блики способны фокусироваться вблизи плоскости изображения и создавать вокруг яркого объекта причудливые ореолы, мешающие обнаружению слабых небесных 20 объектов. Одной из причин появления бликов обратного отражения и бликов второго порядка в телескопе-прототипе является применение в компенсаторе внеосевых aberrаций квазиконцентрической менисковой линзы, обращенной вогнутостью к плоскости изображения. Плоскость фокусировки паразитных бликов, образованных 25 такой линзой, находится вблизи плоскости изображения. Именно это и является причиной образования паразитного светового фона.

В предлагаемом катадиоптрическом телескопе использован иной принцип построения компенсатора внеосевых aberrаций. Первая по ходу луча линза 4 30 выполнена в виде квазиафокального отрицательного мениска, обращенного вогнутостью к плоскости изображения. Так как между линзой 4 и плоскостью изображения расположена положительная склеенная линза 5, 6, то все это в совокупности позволяет удалить плоскости фокусировки паразитных бликов, связанных с линзой 4, от плоскости изображения телескопа. Кроме того, большая 35 кривизна и толщина линзы 4 способствует увеличению рабочего расстояния компенсатора внеосевых aberrаций и компенсации хроматической комы телескопа, что, как следствие, приводит к уменьшению эффективного пятна рассеяния по краям поля зрения. Склеенный блок, состоящий из положительной линзы 5 и отрицательной 40 линзы 6, служащий для увеличения относительного отверстия телескопа, также принимает участие в формировании и образовании паразитных бликов. Склейка линз 5 и 6 значительно уменьшает интенсивность паразитных бликов от склеенной поверхности. Первая по ходу луча плоская поверхность склеенного блока и ориентация остальных поверхностей вогнутостью к объекту наблюдения не 45 оставляют возможности для концентрации паразитного света вблизи плоскости изображения телескопа.

В качестве конкретного примера, подтверждающего обоснованность связи рассмотренных отличительных признаков с достижением заявленных технических 50 характеристик, рассмотрим конкретный компенсатор внеосевых aberrаций для телескопа ТАЛ-300К (относительное отверстие 1:8). Действующее отверстие телескопа - 300 мм. Материал линз корректирующего элемента такой: линза 2 - СТК12; линза 3 - ТК2. Материал линзы 4 - стекло ТК2; линзы 5 - стекло БК8, а линзы 6 -

стекло ОФ4. Расстояние от последней поверхности линзы 6 до плоскости изображения составляет 76,2 мм, что позволяет не только уложиться в настоящие стандарты цифровой фотографической аппаратуры, но и использовать имеющийся запас рабочего расстояния на установку за компенсатором оптической системы бокового гида. Относительное отверстие телескопа с компенсатором внеосевых aberrаций составляет 1:6.

На фиг.2 приведены точечные диаграммы пятен рассеяния телескопа ТАЛ-300К с предлагаемым компенсатором внеосевых aberrаций в диапазоне спектра от 436 до 700 нм.

Точечные диаграммы рассчитаны по шести линиям спектра: 550; 436; 450; 600; 650 и 700 нм с учетом спектральной чувствительности ПЗС-матрицы и всего оптического тракта прибора для пяти углов поля зрения $W_y=0^\circ; 0,1675^\circ; 0,335^\circ; 0,5025^\circ; 0,67^\circ$ (Изопланатический преобразователь фокусного расстояния для катадиоптрического телескопа с менисковым корректором [Текст] / Ю.А.Клевцов. // Оптический журнал. - 2006 - Т.73. - №8. - С.50-54).

Таким образом, полное угловое поле телескопа ТАЛ-300К с компенсатором внеосевых aberrаций предлагаемой конструкции составляет $2W_y=1,34^\circ$. Радиус окружности ограничения на точечной диаграмме фиг.2 составляет 15 мкм.

Из фиг.2 видно, что диаметр геометрического пятна рассеяния для центра поля зрения в указанном диапазоне спектра и выбранной плоскости фокусировки менее 15 мкм, а на краю поля в направлении меридионального сечения (Y) - порядка 30 мкм. Данные (с учетом дифракции света) оценки размеров эффективных пятен рассеяния (с концентрацией энергии $E=80\%$), а также оценка разрешающей способности телескопа с компенсатором внеосевых aberrаций в диапазоне спектра 436-700 нм приведены в таблице 1.

Таблица 1			
$2W_y^\circ$	$2Y_s'$ (мм)	2ρ (мкм) при $E=80\%$ для λ (нм) 436÷700	α'' угл. сек. при $T=20\%$ для λ (нм) 436÷700
0,0	0,0	13,7	0,58
0,14	4,4	13,8	0,62
0,34	10,7	14,8	0,95
0,54	17,0	16,0	1,2
0,74	23,4	16,2	1,2
0,94	29,9	16,7	1,6
1,14	36,4	20,8	2,2
1,24	39,8	22,0	2,5
1,34	43,1	20,4	2,2

В таблице 1:

$2W_y^\circ$ - угловое поле телескопа;

$2Y_s'$ (мм) - линейное поле телескопа с преобразователем фокусного расстояния в плоскости изображения;

2ρ - диаметр эффективного пятна рассеяния по уровню концентрации энергии $E=80\%$;

α'' - угловое разрешение по уровню контраста $T=20\%$ для наихудшего направления штрихов миры;

λ - длина волны света.

В центре поля зрения эффективное пятно рассеяния не превышает 13,7 мкм, а по полю зрения - 22 мкм. В схеме прототипа с 250 мм действующим отверстием при

относительном отверстии с компенсатором внеосевых aberrаций 1:6,3, практически в том же интервале спектра и по краю того же углового поля, получено эффективное пятно рассеяния диаметром 26 мкм (Катадиоптрический телескоп [Текст]: пат. 2248024 Рос. Федерация: МПК⁷ G02B 23/06, 17/08 / автор Клевцов Ю.А.; патентообладатель

ГУП «ПО «НПЗ»)). Пропорциональный пересчет показывает, что выигрыш в размерах эффективного пятна рассеяния, в пределах углового поля зрения $1,3^\circ$, который дает предлагаемая схема катадиоптрического телескопа, составляет не менее 1,5.

Произведем оценку паразитного света в предлагаемой схеме 300 мм катадиоптрического телескопа с компенсатором внеосевых aberrаций.

Рассмотрим просветленный и непросветленный компенсатор внеосевых aberrаций. Интегральный коэффициент отражения света от просветленной преломляющей поверхности в диапазоне спектра 436-700 нм примем равным 0,6%, а интегральный коэффициент отражения зеркал - 96%. В первом случае пропускание всего телескопа (без учета экранирования в центре зрачка) будет $\tau_0=0,87$, во втором случае $\tau_0=0,72$. Квантовую эффективность ПЗС-матрицы будем считать равной 70% оценку интенсивности всех возникающих в компенсаторе внеосевых aberrаций, бликов обратного отражения и бликов второго порядка (объект наблюдения находится в центре поля зрения). Данные расчета приводятся в таблице 2.

Таблица 2								
i	№ п/п	z'_i (мм)	f'_i (мм)	$2y'_B$ (мм)	$2y'_H$ (мм)	ζ_i	τ_i	
							Просветленный	Непросветленный
1	10	-99,4	-325,6	98,9	32,7	0,305	0,00150	0,00776
2	11	-86,5	-388,0	70,5	23,8	0,223	0,00152	0,00860
3	12	-252,7	3212,0	23,8	8,4	-0,0787	0,00154	0,00879
4	13	-91,7	265,7	119,7	37,2	-0,345	0,00028	0,000205
5	14	-110,6	814,0	41,4	14,4	-0,136	0,00156	0,01308
6	10-14	-146,2	1900,7	22,5	8,1	-0,0769	0,0000304	0,00178
7	10-13	-71,7	-442,7	60,7	17,6	0,162	0,00000548	0,0000317
8	10-12	-105,0	394,6	84,7	28,4	-0,266	0,0000308	0,00150
9	10-11	-81,6	440,0	56,8	19,7	-0,186	0,0000312	0,00178
10	11-14	-109,7	790,5	41,7	14,7	-0,139	0,0000308	0,00197
11	12-14	-73,0	740,6	30,2	10,5	-0,0985	0,0000311	0,00202
12	13-14	-104,9	-659,8	48,4	16,9	0,159	0,00000561	0,0000470
13	11-13	-464,5	5073,0	21,4	9,5	-0,0916	0,00000554	0,0000351
14	12-13	-90,2	263,4	118,9	36,9	-0,343	0,00000561	0,0000359
15	11-12	-93,0	384,1	76,5	25,8	-0,242	0,0000312	0,00166

В таблице 2:

i - номер блика (с 1 по 5 - блики обратного отражения от поверхностей компенсатора, образующиеся при участии ПЗС-матрицы, с 6 по 15 - блики второго порядка, образующиеся при отражении света от поверхностей компенсатора);

№ п/п - номер поверхности (поверхностей) схемы, участвующих в образовании блика (входной зрачок является поверхностью №1). 10 - номер первой по ходу луча поверхности компенсатора внеосевых aberrаций, 14 - номер его последней поверхности;

z'_i - расстояние плоскости фокусировки блика от плоскости изображения;

f'_i - фокусное расстояние системы паразитного отражения;

$2y'_B$ - внешний диаметр кольца блика на плоскости изображения (точка на оси);

$2y'_H$ - внутренний диаметр кольца блика на плоскости изображения (точка на оси);

$\zeta_i = z'_i / f'_i$ (основной параметр блика);

τ_i - интенсивность блика (в долях интенсивности объекта).

Расчет допустимой яркости объекта m (в звездных величинах), создающего на плоскости изображения паразитный световой фон, сопоставимый с естественным фоном ночного неба (+22 звездных величины с квадратной секунды за атмосферой Земли) рассчитывают согласно зависимости (Новые апохроматические зеркально-линзовые системы с менисковыми корректорами [Текст]: Исследования по геомагнетизму, аэронавигации и физике Солнца / Ю.А.Клевцов. // 1988. - №79. - С.178-185):

$$m = -4,31 - 2,5 \lg \tau_0 + 5 \lg V_{\Sigma} + 2,5 \lg \sum_i (\tau_i / \zeta_i^2).$$

m - яркость объекта (в звездных величинах);

τ_0 - коэффициент пропускания оптической системы;

V_{Σ} - относительный фокус (величина, обратная относительному отверстию оптической системы);

τ_i - интенсивность блика (в долях интенсивности объекта);

ζ_i - основной параметр блика.

Если принять что в некоторой зоне поля изображения все блики пересекаются, что справедливо в том случае, когда объект находится вне центра поля зрения, то анализ данных табл.2 дает для просветленного преобразователя фокуса $m=-1,3$, а для непросветленного (или плохо просветленного) преобразователя фокуса $m=+1,2$. Звезд с яркостью большей +1,2 на северном небе всего 18. Таким образом, при наличии в поле зрения сравнительно ярких объектов (что случается довольно редко) даже в случае отсутствия просветления оптики (или при плохом просветлении) интенсивность паразитного света будет сопоставима с естественным фоном ночного неба и слабые объекты, находящиеся на пределе видимости, не будут потеряны. При хорошем просветлении оптики вполне допустимо наличие в поле зрения телескопа также и планет (за исключением Венеры, имеющей яркость - 4,3). Как видно из таблицы 2 (см. столбец z'_i), паразитных бликов в катадиоприческом телескопе с предлагаемым компенсатором внеосевых аберраций, сфокусированных вблизи плоскости изображения, не образуется, чем он выгодно отличается от прототипа, где около яркого объекта всегда отчетливо видны два блика второго порядка, имеющие диаметр 1,5-2 мм.

Таким образом, можно считать обоснованным, что предлагаемый катадиоптрический телескоп с компенсатором внеосевых аберраций относительно прототипа имеет пониженный уровень паразитного светового фона, лучшее качество изображения краевых точек поля зрения и большее рабочее расстояние.

Предлагаемый катадиопрический телескоп, сохраняя все конструктивные достоинства аналога и прототипа: сферическую форму оптических поверхностей, малый размер корректирующих линз и компактность, обладает по отношению к прототипу следующими преимуществами:

1. Не имеет паразитных бликов, сфокусированных вблизи плоскости изображения;
2. Паразитный световой фон в катадиоприческом телескопе зависит только от качества просветляющих покрытий и в самом худшем случае полного отсутствия просветления, даже при наличии в поле зрения самых ярких звезд, не превышает естественного фона ночного неба;
3. Предлагаемый катадиопрический телескоп при прочих равных условиях обеспечивает примерно в 1,5 раза лучшее качество изображения по полю зрения;
4. Компенсатор внеосевых аберраций предлагаемого катадиоптрического

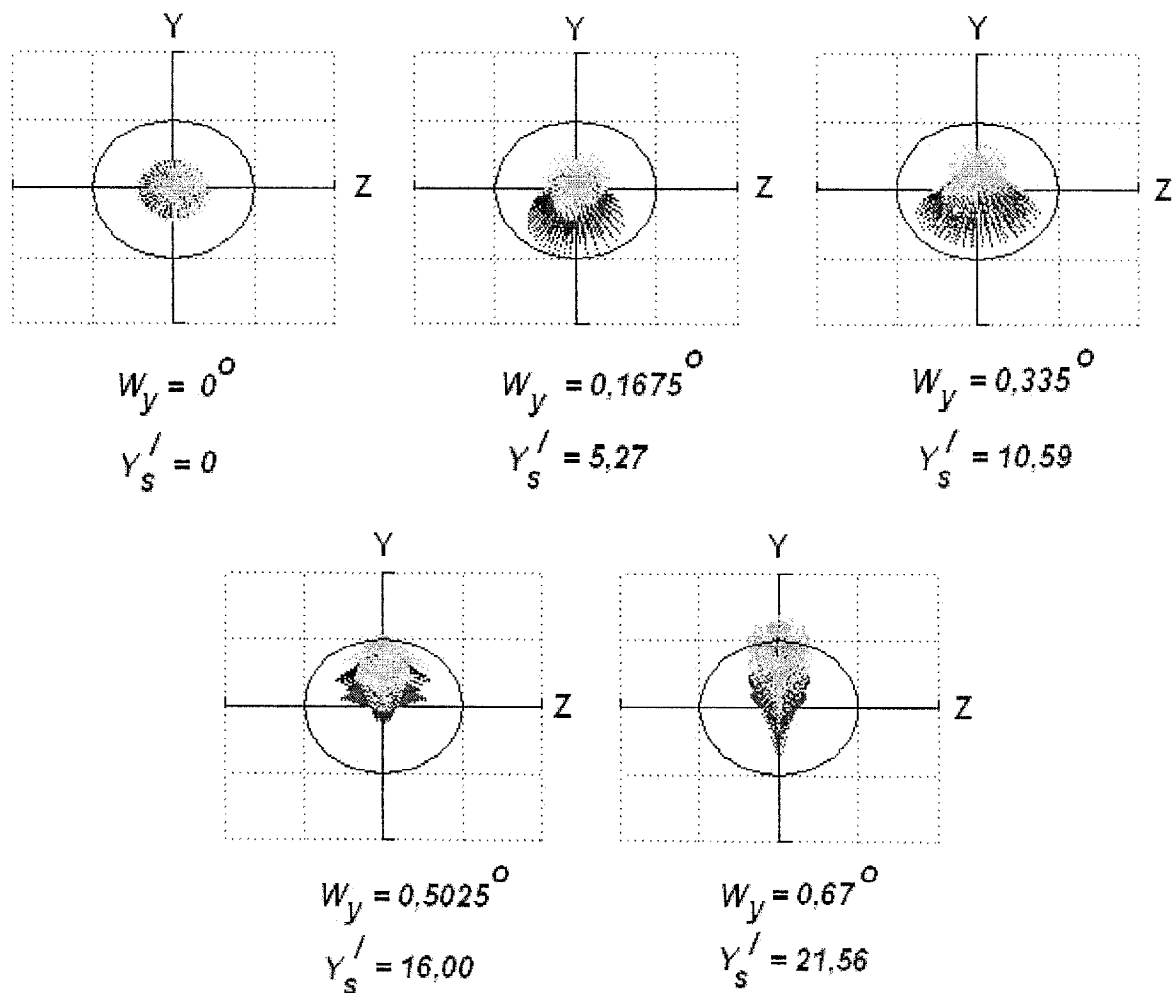
телескопа имеет значительно большее, чем в прототипе, рабочее расстояние, что позволяет не только удовлетворить действующим в настоящее время стандартам на фотографическую аппаратуру, но и дает возможность установки за компенсатором некоторых дополнительных аксессуаров, таких, например, как внеосевой гид.

Благодаря этим преимуществам предлагаемый катадиопрический телескоп можно рекомендовать для астрофотографических работ со специализированными ПЗС-матрицами и современными цифровыми фотоаппаратами, рассчитанными на формат узкого кадра 24×36 мм (с диагональю 43,1 мм), а также для фотометрических и спектральных работ в диапазоне длин волн как минимум от 436 нм до 700 нм.

Наилучшая область применения предлагаемой оптической системы катадиопрического телескопа - производство на ее основе серийных, относительно дешевых, малогабаритных с диаметром действующего отверстия 150-400 мм при относительном отверстии от 1:5,5 до 1:6 универсальных телескопов для учебно-просветительских целей и любителей астрономии. В этой области применения предлагаемая система катадиопрического телескопа, ввиду ее простоты и относительной дешевизны, превосходит такие известные и широко применяемые типы телескопов, как система Ричи-Кретьена, "менисковый Кассегрен" Максудова и систему Шмидта-Кассегрена. Последние два типа телескопов предлагаемая система катадиопрического телескопа, кроме того, еще превосходит по качеству изображения в широком диапазоне спектра, а систему Шмидта-Кассегрена - по уровню паразитного света. Предлагаемый катадиопрический телескоп позволяет сравнительно простыми средствами без применения асферических поверхностей и ретуши обеспечить высокую светосилу телескопа и достаточно большое поле хороших изображений размером в $1,34^\circ$.

Формула изобретения

Катадиоптрический телескоп, содержащий установленные по ходу луча главное вогнутое сферическое зеркало и корректирующий элемент, включающий две одиночные линзы из разных марок стекла с квазиблизкими в видимой области спектра коэффициентами дисперсии, первая из которых выполнена в виде отрицательного квазиафокального мениска, обращенного вогнутостью к объекту наблюдения, а вторая, отрицательная, имеет зеркальную отражающую поверхность и выполнена из материала с меньшим показателем преломления, трехлинзовый изопланатический компенсатор внеосевых аберраций, установленный перед фокальной плоскостью телескопа, отличающийся тем, что первая по ходу луча линза компенсатора выполнена в виде квазиафокального отрицательного мениска, обращенного вогнутостью к плоскости изображения, вторая и третья линзы компенсатора склеены, причем первая по ходу луча поверхность склеенного блока линз плоская, а остальные поверхности обращены вогнутостью к объекту наблюдения.



Фиг. 2