

ОАО «Казанский оптико-механический завод»

Бинокли

Монокюляры

Зрительные трубы

**Основные термины,
технические характеристики
и практические рекомендации покупателям**



Казань - 2005

СОДЕРЖАНИЕ

Обращение к покупателям	3
1. Основные термины и технические характеристики, общие для биноклей, монокуляров и зрительных труб	4
1.1. Окуляр	
1.2. Объектив	4
1.3. Оборачивающая система	4
1.3.1. Призменная система Порро	5
1.3.2. Призменная система "с крышей"	5
1.4. Увеличение	5
1.5. Входной зрачок.	6
1.6. Диаметр входного зрачка	6
1.7. Выходной зрачок. Диаметр выходного зрачка.	7
1.8. Удаление выходного зрачка	8
1.9. Поле зрения. Линейное. Угловое	9
1.10. Широкоугольные бинокли	9
1.11. Панкратические бинокли	9
1.12. Предел разрешения	10
1.13. Интервал диоптрийной подвижки. (Предел фокусирования.)	10
1.14. Способы фокусирования	11
1.14.1. Центральная фокусировка	11
1.14.2. Раздельная фокусировка	11
1.14.3. Внутренняя фокусировка	11
1.15. Коэффициент пропускания. Просветление.	11
1.16. Рубиновое покрытие. Рубиновая символика.	12
1.17. Сетки. Дальномерная. Угломерная.	12
2. Оптические характеристики, характерные только для биноклей	13
2.1. Пластика. Удельная пластика.	13
2.2. Бинокли с обратной пластикой	13
2.3. Дальность стереоскопического зрения	14
2.4. Оптические характеристики бинокля, оказывающие влияние на здоровье пользователя.	15
3. Бинокль. Маркировка.	16
4. Что еще важно при выборе бинокля	17
Приложение 1	20
Приложение 2	21

Уважаемые покупатели!

ОАО «Казанский оптико-механический завод» на рынке дневных наблюдательных приборов, а к ним относятся бинокли, монокуляры и зрительные трубы, занимает одно из лидирующих положений на протяжении 65 лет.

За эти годы нами реализованы миллионы биноклей, сотни тысяч монокуляров и зрительных труб, которые получили распространение как на отечественном, так и на зарубежном рынках.

Наличие производственной, технологической и испытательной баз, соответствующих военным стандартам, а также высококвалифицированного персонала позволило «Казанскому оптико-механическому заводу» стать основным поставщиком этих изделий силовым структурам.

Наблюдательные приборы являются сложными и точными оптико-механическими системами, их технические характеристики описываются специальными терминами и определениями, которые понятны специалистам и требуют пояснений для широкого круга пользователей.

Каждая из представленных на рынке моделей в силу конструктивных и принципиальных особенностей имеет свои плюсы и минусы, которые в сопроводительной документации и каталогах, как правило, не приводятся, в том числе те оптические характеристики, отклонения которых от установленных допусков представляют при эксплуатации опасность для здоровья наблюдателя.

Например, в биноклях такими оптическими характеристиками являются: ***параллельность выходящих из окуляров пучков лучей, разность увеличения и разность углов поворота изображений в правой и левой трубках.***

По закону Российские производители наблюдательных приборов обязаны отвечать за обеспечение в своей продукции безопасных для здоровья значений указанных характеристик. Соответствующие ГОСТы устанавливают предельно допустимые значения отклонений этих параметров, которые должны сохраняться даже после 1000 перемещений механизмов изменения межзрачковых расстояний и 3000 перемещений механизма фокусировки. А независимые органы сертифицируют наблюдательные приборы на безопасность и соответствие ГОСТам. Вот почему так важно наличие сертификата соответствия и гигиенического сертификата на прибор.

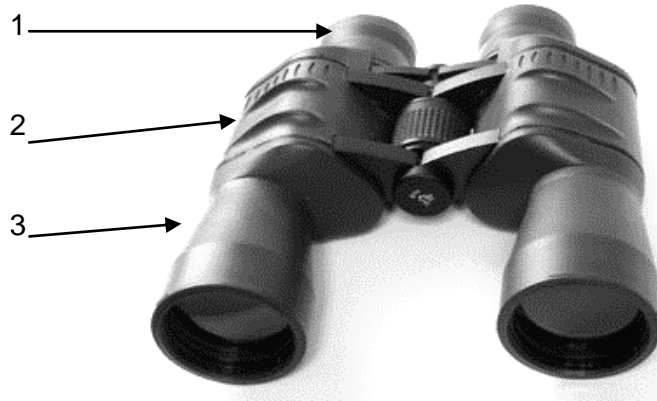
В настоящей брошюре приводятся разъяснения основных терминов, определений и общих понятий, характерных для дневных наблюдательных приборов (биноклей, монокуляров, зрительных труб), даются практические рекомендации по их выбору.

Мы надеемся, что они помогут Вам лучше разобраться с тем, что Вы хотите купить для удовлетворения Ваших потребностей.

1. Основные термины и технические характеристики, общие для биноклей, монокуляров и зрительных труб

Бинокли, монокуляры и зрительные трубы относятся к оптическим наблюдательным приборам, предназначенным **для наблюдения удаленных предметов в увеличенном виде.**

Любой наблюдательный прибор (бинокль, монокуляр, зрительная труба) в своем составе содержит объектив, оборачивающую систему и окуляр с наглазником.



1- Окуляр с наглазником; 2- Корпус с призмной оборачивающей системой; 3- Объектив

Рис. 1

1.1. Окуляр - оптическая система, применяемая для наблюдения глазом изображения, образованного объективом и оборачивающей системой.

Окуляры приходится делать сложными, склеенными из нескольких линз для того, чтобы иметь возможность исправить все искажения изображения.

В биноклях применяются трех, пяти и семи линзовые окуляры. Естественно, чем больше линз, тем больше возможностей устранить искажения качества изображения при большем угле поля зрения, поэтому наиболее дорогостоящие и качественные бинокли с хорошим полем зрения при заданной кратности имеют пяти и семи линзовые окуляры.

1.2. Объектив - часть оптической системы, формирующая изображение удаленного объекта.

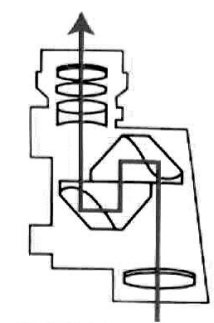
Объектив, в котором для формирования изображения применяются линзы относят к **линзовым**, если применяются зеркала - к **зеркальным**, а если применяются линзы и зеркала - к **зеркально-линзовым**.

В биноклях, монокулярах и зрительных трубах ведущими производителями используются линзовые объективы. Зеркальные и зеркально-линзовые объективы находят применение, как правило, в астрономических телескопах с большим увеличением.

1.3. Оборачивающая система - оптическая система, предназначенная для перевертывания изображения, даваемого объективом. Оборачивающую систему, состоящую из группы призм, применяемых для укорачивания механической длины оптической системы, называют **призмной оборачивающей системой**. Оборачивающую систему, состоящую из группы линз, которая оборачивает изображение, перенося его из одной плоскости в другую, называют **линзовой оборачивающей системой**.

Известны несколько призмных оборачивающих систем, которые наиболее широко применяются в наблюдательных приборах - это классическая оптическая система Порро (Porro prism) 1 рода, а также призмные системы с «крышей» (Roof prism) Шмидта–Пехана и Аббе.

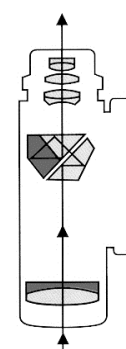
1.3.1. Призмная система Порро (Porro prism) 1 рода состоит из двух прямоугольных призм, расположенных под прямым углом относительно друг друга. При этом оптические оси объектива и окуляра сдвигаются относительно друг друга. Схема (рис. 2)



Призмная система Порро

Рис. 2

Призмные оборачивающие системы «с крышей» (Roof prism) Шмидта – Пехана и Аббе обеспечивают соосность оптических осей объективов и окуляров наблюдательных приборов (рис. 3). Тем самым достигается большая компактность биноклей, соответственно, меньшие веса и габариты. Однако, технологическая сложность изготовления призм с крышей приводит, как правило, к удорожанию бинокля. Из российских производителей сложной технологией изготовления биноклей с призмной оборачивающей системой Шмидта – Пехана обладает лишь «Казанский оптико-механический завод».



Призмная система «с крышей»

Рис. 3

Бинокли, монокуляры и зрительные трубы относятся к одному классу оптических приборов и имеют общие технические характеристики (*увеличение Γ , диаметр входного зрачка D , диаметр выходного зрачка D' , удаление выходного зрачка от последней поверхности окуляра l , поле зрения в пространстве предметов 2ω , предел разрешения ε , коэффициент пропускания*), а также специфические, характерные только для биноклей и биноклярных зрительных труб (*пластика, параллельность, разность углов наклона изображений и разность увеличений оптических каналов*), которые, в основном, определяют потребительские свойства наблюдательных приборов.

Теперь опишем эти оптические характеристики наблюдательных приборов, их взаимосвязь и влияние друг на друга и на выбор бинокля при покупке.

1.4. Увеличение (кратность) (Γ) - отношение углового размера изображения малого предмета, видимого через наблюдательный прибор, к угловому размеру самого предмета, видимого невооруженным глазом.

Эта характеристика показывает, во сколько раз увеличивается видимый невооруженным глазом размер удаленного предмета при рассмотрении его через наблюдательный прибор. Другими словами, при наблюдении через наблюдательный прибор с десятикратным увеличением (10 крат), предмет на расстоянии 1000 метров будет виден таким, как его видит человек невооруженным глазом на расстоянии

100 метров. Отсюда расхожее выражение, что бинокли «приближают» наблюдаемые предметы.

Для биноклей, монокуляров этот параметр может быть в пределах от 2 до 30 крат, причем при значениях:

- до 4 крат их относят к группе **малого увеличения**,
- свыше 4 крат до 10 крат включительно - к группе **среднего увеличения**,
- свыше 10 крат до 30 крат - к группе **большого увеличения**.

Для зрительных труб этот параметр может достигать 60 крат. Следует отметить, что на рынке встречаются трубы с увеличением до 100 крат.

Увеличение (кратность) в обязательном порядке указывается на приборе и в сопроводительной документации (паспортах, этикетках).

Российский рынок предлагает покупателю бинокли самых различных увеличений от 2,5 крат до 30 крат с дискретностью 2,5х, 4х, 6х, 7х, 8х, 10х, 12х, 15х, 16х, 20х и даже 30х. Выбор кратности бинокля зависит от того, в каких условиях (на пересеченной местности, в лесах, горах, степи, тундре, на воде или в небе) и какую практическую задачу хочет решить потребитель - насколько мелкие детали объектов наблюдения и на каком предельном расстоянии рассмотреть их.

Но следует обязательно учитывать, что увеличение бинокля более 10-12 крат серьезно осложнит наблюдение с рук, особенно длительное, из-за их дрожания, так называемого тремора рук. Тремор рук вызывает смаз (сдвиг) изображения и Вы не получите качественного и резкого изображения наблюдаемой картины из-за инерционности зрения. Действительно, попробуйте перед глазами подвигать лист с текстом, при определенной скорости движения Вы не сможете его прочитать из-за его смазывания. Так вот бинокль увеличивает скорость этого смаза пропорционально его кратности. Амплитуда дрожания (тремора) рук такова, что в биноклях среднего увеличения до 10х, она на качестве изображения практически не сказывается, а при больших увеличениях требует наблюдения с упоров или установку бинокля на штатив (треногу) для получения четкой и резкой картины наблюдения, либо введения устройства стабилизации изображения.

Выбор неоправданно большого увеличения бинокля, если это не обусловлено потребительской необходимостью, к тому же уменьшает светосилу бинокля, то есть возможность наблюдать в сумерках и даже ночью. Для сохранения светосилы бинокля их производители вынуждены увеличивать диаметр входного зрачка (светового диаметра объектива), а это увеличение габаритов и веса.

Таким образом, только по увеличению выбирать бинокль задача некорректная, необходимо учитывать и другие характеристики бинокля, совокупность которых, по крайней мере, не ухудшала бы возможности глаз человека, а, наоборот, улучшала.

1.5. Всякий оптический наблюдательный прибор имеет входное отверстие (апертуру) в пространстве предметов, которое ограничивает пучки световых лучей, исходящих от отдельных точек наблюдаемого предмета. По аналогии со зрачком человеческого глаза, также ограничивающим входящие в глаз пучки световых лучей, входное отверстие называется **входным зрачком** оптического прибора.

В подавляющем большинстве наблюдательных приборов **входным зрачком** служит передняя линза объектива, а точнее ее наружная оправа, так как именно она ограничивает световые пучки, входящие в прибор.

1.6. После того, как мы определили понятие входного зрачка наблюдательного прибора, можно говорить о важнейшей характеристике прибора - **диаметре входного зрачка D** (диаметре передней линзы объектива, точнее диаметре ее оправы), измеренном в миллиметрах. Это диаметр наибольшего параллельного оптической

оси пучка лучей, проходящего через наблюдательный прибор. Отдельные производители (не отечественные) называют этот параметр **световым диаметром объектива**.

Диаметр входного зрачка D (диаметр передней линзы объектива или световой диаметр объектива) в значительной мере определяет многие характеристики бинокля, в частности, количество света попадающего в глаз наблюдателя (**светосила**), **величину полезного увеличения, вес и габариты прибора**. В то же время от диаметра входного зрачка **практически не зависит поле зрения** наблюдательного прибора, которое в основном определяется техническими характеристиками окуляра.

Диаметр входного зрачка (диаметр входной линзы объектива или световой диаметр объектива) в миллиметрах обязательно указывается в обозначении наблюдательного прибора и в сопроводительной документации (паспорта, этикетки).

1.7. Еще одна очень важная оптическая характеристика наблюдательного прибора – это **выходной зрачок** прибора.

Все лучи, исходящие от отдельных точек наблюдаемых объектов и заполняющих входной зрачок прибора, после прохождения через оптическую систему формируют изображение объекта на некотором удалении от последней оптической поверхности окуляра. Фактически, это изображение входного зрачка, называемое в оптике **выходным зрачком**. Поскольку входной зрачок имеет круглую форму, то и его изображение должно иметь форму круга. Диаметр этого круга называют **диаметром выходного зрачка D'** .

Диаметр выходного зрачка D' определяют делением диаметра входного зрачка (объектива) D на величину увеличения (кратности) Γ .

$$D' = D/\Gamma$$

Практически выходной зрачок Вы можете наблюдать, если держать наблюдательный прибор перед собой на расстоянии 25 – 30 сантиметров и смотреть на окуляр. В центре окуляра должен быть виден светлый круг. Поскольку передняя линза объектива круглой формы, то и ее изображение должно быть круглым. Всякие отклонения выходного зрачка от круглой формы обусловлены дефектами прибора, как правило, из-за некачественной сборки.



Диаметр выходного зрачка характеризует светосилу наблюдательного прибора.

В зависимости от величины диаметра выходного зрачка наблюдательные приборы подразделяются на следующие группы:

- до 3 мм включительно - **малой светосилы**;
- свыше 3 мм до 4,5 мм включительно - **средней светосилы**;
- свыше 4,5 мм до 6 мм включительно - **светосильные**;
- свыше 6 мм - **высоко светосильные**.

Наблюдательные приборы малой светосилы предназначены для использования в дневное время, а светосильные и высоко светосильные позволяют вести наблюдение в сумерках и даже лунной ночью. Это объясняется тем, что у человека диаметр зрачка глаза в зависимости от освещенности изменяется от 2 мм в яркий солнечный день до 8 мм в темноте. Отсюда следует, что сетчатка глаза полностью используется только при совпадении размеров выходного зрачка наблюдательного прибора и зрачка глаза наблюдателя.

Диаметр выходного зрачка в обязательном порядке должен указываться в сопроводительной документации (паспортах, этикетках).

Исходя из потребности покупателя, заключающейся в необходимости наблюдения за объектами не только днем, но и в сумерках и даже ночью, в частности на охоте, в первую очередь следует выбирать бинокль по диаметру выходного зрачка - это комплексная характеристика, которая связывает увеличение и диаметр входного зрачка (световой диаметр объектива). Есть еще одно замечательное свойство большого диаметра выходного зрачка бинокля - в такой бинокль гораздо комфортнее наблюдать с подвижного, качающегося или вибрирующего основания. Бинокли с диаметром выходного зрачка менее 2 мм уменьшают разрешающую способность глаз и практически делают невозможным наблюдение в сумерках. Однако, следует знать, что, большое значение диаметра выходного зрачка (светового диаметра) достигается либо увеличением диаметра объектива, следовательно габаритов и веса, либо уменьшением кратности биноклей.

1.8. Кроме диаметра выходной зрачок наблюдательного прибора характеризуется **удалением**.

Как мы уже говорили выше, все лучи, исходящие от отдельных точек наблюдаемых объектов и заполняющих входной зрачок прибора, после прохождения через оптическую систему формируют изображение объекта на некотором удалении от последней оптической поверхности окуляра – это расстояние в миллиметрах и называют **Удалением выходного зрачка l** или же если сформулировать по другому - *расстояние от вершины последней линзы окуляра до выходного зрачка наблюдательного прибора, измеренное вдоль оптической оси в миллиметрах.*

Для того, чтобы увидеть в наблюдательный прибор четкое и полное изображение объекта, необходимо смотреть в окуляр именно с этого расстояния. Для облегчения совмещения зрачка глаза наблюдателя с выходным зрачком прибора используется наглазник, выполняющий также функцию защиты глаза наблюдателя.

При небольшом удалении выходного зрачка (менее 12 мм) невозможно пользоваться наблюдательным прибором людям в очках, так как они не позволят приблизить глаз к выходному зрачку.

Наблюдательными приборами с большим удалением выходного зрачка (более 15 мм) можно пользоваться, не снимая очков.

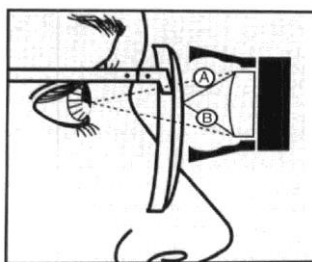


Рис. 4

На рисунке 4 представлены исполнения приборов:

А - с большим удалением выходного зрачка;

В - с небольшим удалением выходного зрачка.

Удаление выходного зрачка в миллиметрах обязательно указывается в сопроводительной документации на прибор (паспорт, руководство по эксплуатации, этикетка).

Если Вы носите очки и не желаете снимать их при наблюдении, то Вам надо выбирать бинокли с большим (более 15 мм) удалением выходного зрачка. Все другие

бинокли с небольшим и даже средним удалением выходного зрачка создадут Вам дискомфорт.

1.9. Следующая важная оптическая характеристика наблюдательного прибора - это **угловое или линейное поле зрения**.

Поле зрения 2ω - это область пространства видимая через наблюдательный прибор. Величину поля зрения наблюдательного прибора измеренную в угловой мере (градусах, угловых минутах) называют **угловым полем зрения или углом поля зрения** прибора. Наибольший линейный размер в метрах, который Вы можете видеть через наблюдательный прибор на расстоянии 1000 метров, называют **линейным полем зрения** прибора. Взаимная однозначная геометрическая зависимость этих характеристик представлена на рис. 5.

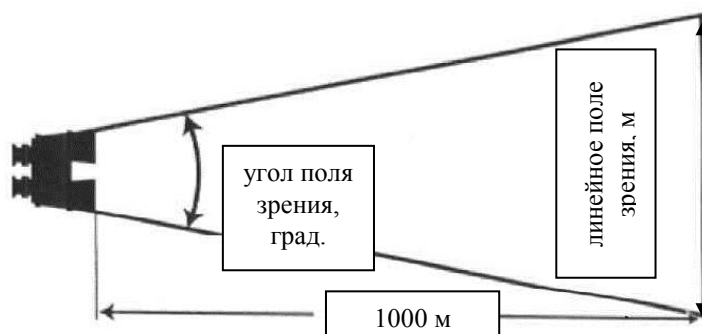


Рис. 5

Размеры поля зрения наблюдательных приборов определяются конструктивными параметрами окуляра и в меньшей степени зависят от параметров объектива, в том числе от его диаметра.

Есть одна безусловная закономерность - **чем больше увеличение (кратность) прибора, тем меньше поле зрения**.

Значение поля зрения в угловой или линейной мере также должны быть указаны как на приборе, так и в сопроводительной документации (паспортах, этикетках). Иногда приводятся оба значения.

1.10. В современных биноклях одного и того же увеличения их значения примерно одинаковы. Однако, есть, так называемые **широкоугольные бинокли**, в которых за счет усложнения схемы и конструкции окуляра, следовательно, удорожания бинокля, достигается некоторое увеличение угла поля зрения. Например, бинокль Салаватского оптико-механического завода БПЦ 8x40 имеет поле зрения 7,5 градусов, а в широкоугольном бинокле БПШЦ 8x40 Загорского оптико-механического завода угол поля зрения имеет значение 9,5 градусов. Естественно, наблюдая в широкоугольный бинокль, у которого поле зрения на 2 градуса больше, Вы охватываете большее пространство, но при выборе бинокля учитывайте, сколько это Вам будет стоить. К тому же, как правило, в широкоугольных биноклях растут искажения по краям поля зрения.

1.11. Особое место в ряду наблюдательных приборов занимают **панкратические бинокли** с плавным и непрерывным изменением увеличения в заданных пределах. Фактически они заменяют собой несколько биноклей, тем самым снимают ряд противоречий, присущих каждому в отдельности. Например, при малых увеличениях они имеют большое поле зрения и диаметр выходного зрачка, с ростом увеличения, естественно, поле зрения и диаметр выходного зрачка уменьшаются. Поэтому поиск объектов наблюдения можно проводить при малом увеличении и большом поле зрения, а детали рассматривать при большем увеличении. Если же в сумерках при большом увеличении плохо видно объекты, то можно, уменьшив

увеличение, продолжить наблюдение. Конструкция этих биноклей существенно сложнее, поэтому и стоят они дороже.

1.12. Важнейшая характеристика для определения **качества** бинокля – это **Предел разрешения (разрешающей способности) ε** - наименьшее угловое расстояние между двумя точками (или штрихами) бесконечно удаленного объекта, которые еще видимы раздельно и не сливаются друг с другом.

Разрешение (разрешающая способность) - характеристика наблюдательного прибора, которая определяет его возможности различать мелкие детали и получать четкое и резкое изображение наблюдаемых объектов. Чем **меньше** значение угла в угловых секундах (или больше количество штрихов (линий) на 1 мм изображения), тем **выше** разрешающая способность наблюдательного прибора, следовательно, он даст **более четкое и резкое изображение**.

Предел разрешения (разрешающей способности) по российским стандартам должен приводиться в сопроводительной документации (паспортах, руководствах по эксплуатации, этикетках) наблюдательных приборов. Измеряется он в угловых секундах или числом штрихов (линий), расположенных на 1 мм (штрих/мм, линий/мм).

При выборе бинокля обязательно нужно обращать внимание на эту характеристику, а **отсутствие значения предела разрешения в сопроводительной документации должно наводить на размышление**

Чем меньше значение предела разрешения, тем лучше видны мелкие детали. Однако, имеется разумный предел уменьшения этой характеристики – это **разрешение человеческого глаза** (60 угловых секунд).

Поэтому, при выборе бинокля, достаточно проверить, что приведенный в паспорте на бинокль предел разрешения на то, что он **не ухудшает разрешающую способность глаз**.

Для этого :

- для бинокля с диаметром выходного зрачка $\leq 4,5$ мм - умножьте приведенное значение предела разрешения на его увеличение, полученное значение произведения должно быть не больше 60 угловых секунд (разрешение глаза человека), т.е. $\varepsilon \cdot \Gamma \leq 60''$ (угловых секунд),
- а для биноклей с диаметром выходного зрачка $> 4,5$ мм приведенный предел разрешения ε должен быть не больше, чем $300/D$, где D - диаметр входного зрачка в миллиметрах.

Только при таких значениях разрешения приборы **не будут уменьшать возможности глаза** и будут соответствовать требованиям международных и европейских стандартов качества.

1.13. С возможностями человеческого глаза связаны еще одна характеристика наблюдательных приборов - это **интервал диоптрийной подвижки (пределы фокусировки)** окуляра или фокусирующего устройства оптической системы.

.Если глаз наблюдателя аметропический и его аметропия (близорукость или дальнозоркость) не исправлена очковой оптикой, то исправление этого недостатка в наблюдательных приборах осуществляется небольшим перемещением окуляра вдоль оптической оси или другого фокусирующего элемента оптической системы.

Перефокусировкой прибора достигают также резкого изображения объектов, находящихся на конечном расстоянии. Максимально достижимая перефокусировка прибора определяет **наименьшее расстояние до наблюдаемого объекта**.

Пределы фокусировки окуляра или фокусирующего устройства оптической системы наблюдательного прибора называют **интервалом диоптрийной наводки**.

Для наблюдательных приборов интервал диоптрийной наводки установлен в пределах ± 5 диоптрий. Для бинокулярных наблюдательных приборов вводится до-

полнительная фокусировка правого окуляра в пределах ± 3 диоптрии для коррекции разницы аметропии левого и правого глаза наблюдателя.

1.14. Способ фокусировки биноклей зависит от конструкции. В биноклях используются следующие механизмы фокусировок:

- **центральные,**
- **раздельные и**
- **внутренние.**

1.14.1. Центральное фокусирующее устройство путем поворота маховичка, расположенного на шарнирном механизме, обеспечивает синхронную подвижку обоих окуляров, тем самым, создавая удобство в наведении на резкость изображения объектов, особенно при наблюдении за движущимися объектами. Разница в аметропии глаз устраняется предварительным дополнительным поворотом (перемещением) правого окуляра.

1.14.2. Раздельная фокусировка выполняется непосредственно вращением каждого из окуляров в отдельности и используется в основном в биноклях армейского образца, поскольку в них всегда устанавливается угломерная сетка и дополнительно требуется ее настройка на резкость.

1.14.3. Внутренняя фокусировка применяется, как правило, в биноклях с призмной оборачивающей системой, содержащей «крышу», Шмидта-Пехана и Аббе путем подвижки одной из промежуточных линз каждого из оптических каналов бинокля (внутри корпуса бинокля – поэтому *внутренняя*). В смысле фокусировки дополнительных преимуществ потребителю она не дает, поскольку также осуществляется поворотом маховичка центральной фокусировки. Применение ее в биноклях обусловлено конструктивными особенностями указанных биноклей, однако отсутствие у бинокля внешних подвижных деталей (окуляров) повышает надежность бинокля при случайных ударах.

1.15. Еще одна полезная характеристика, которую следует учитывать при выборе наблюдательного прибора – это **Коэффициент пропускания** - отношение выходящего из оптической системы наблюдательного прибора светового потока к световому потоку, входящему в нее.

Коэффициент пропускания характеризует потери света при прохождении через оптический прибор на отражение от преломляющих поверхностей.

Для уменьшения потерь света в оптических приборах широко применяют **просветление оптики**.

Просветление оптики заключается в нанесении на поверхности оптических элементов специальных тонких и прозрачных покрытий. Толщина слоя покрытий - порядка одной четверти длины волны света.

Известно, что непросветленная оптическая линза, имея две преломляющие поверхности, соприкасающиеся с воздухом, отражает около 10 % света, входящего в нее. Однослойное покрытие преломляющих поверхностей линзы уменьшает потери света до 4 %. Многослойными покрытиями достигают уменьшения потерь света на отражение до 1 %.

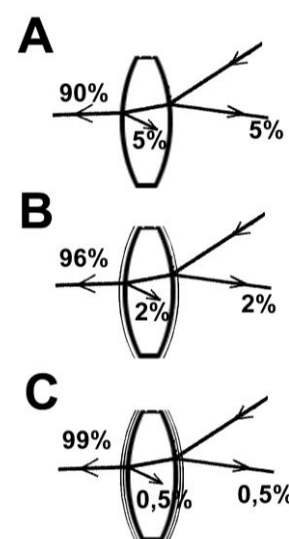


Рис. 6

Проиллюстрируем сказанное (смотрите рисунок 6).

- Вариант А – линза без просветляющего покрытия. Потери света составляют 10%.
- Вариант В – линза с однослойным просветляющим покрытием. Потери света составляют 4%.
- Вариант С – линза с многослойным просветляющим покрытием. Потери света составляют 1%.

Многослойное покрытие всех поверхностей оптических элементов позволяет получить более совершенные оптические приборы, отличающиеся большой светосилой и высоким качеством изображения.

Кроме уменьшения потерь света покрытия оптических элементов могут наноситься с целью отсека и не пропускания в глаз вредных для него излучений (ультрафиолетового и инфракрасного).

1.16. В частности, **рубиновое покрытие** наносится на переднюю линзу объектива для отсека вредного для глаз инфракрасного излучения.

Кроме того, рубиновое покрытие может быть выполнено в виде любого рисунка (символики) - логотипа фирмы, эмблемы и т.п. по заказу покупателя (см. рис. 7). Причем рисунок будет виден только со стороны объектива в отраженном свете и абсолютно не виден при наблюдении через окуляр прибора.

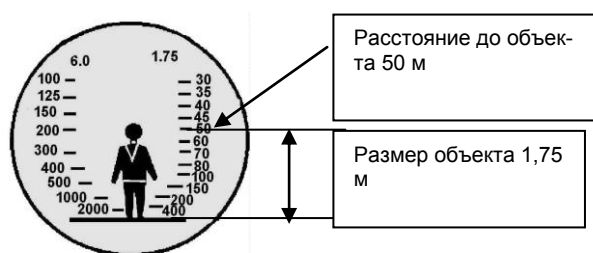


Бинокль БКФЦ 5х25 с рубиновой символикой на передних линзах объективов - герб РФ и герб РТ

Рис. 7

1.17. Дополнительно наблюдательные приборы могут комплектоваться **сеткой** для наведения на цель или для измерения углов и расстояния до цели, **свето-фильтром** для изменения спектрального состава или интенсивности оптического излучения, **блендой** на объективе для отсека постороннего света.

Модели с **дальномерной сеткой** (рис. 8) предназначены для прямого измерения расстояния до наблюдаемого объекта, если известен один из линейных размеров объекта. Дальномерная сетка имеет две вертикальные шкалы.



Дальномерная сет-

ка

Рис. 8

По левой шкале вы можете определить расстояние до объекта, если его линейный размер достигает 6 м (телеграфный столб) и более. По правой шкале вы можете определить расстояние до объекта, в случае когда его размеры соизмеримы с ростом человека – 1,75 м.

Модели с **угломерной сеткой** (рис. 9) более универсальны. По известным линейным габаритам объекта и определенному угловому размеру объекта вы просто измеряете расстояние до объекта.



Угломерная сетка

Рис. 9

Например:

L – известный размер объекта - 10 метров,

n – отсчет по шкале сетки в - 70 делений,

тогда дальность до объекта D вычисляется как

$$D = L / n * 1000 = 10/70*1000 = 143 \text{ метра.}$$

2. Оптические характеристики, характерные только для биноклей

Все рассмотренные нами выше характеристики относятся и к биноклям, и к монокулярам, и к зрительным трубам, а также к приборам ночного видения, теперь же остановимся на некоторых **характерных только для биноклей** оптических характеристиках. Поскольку бинокли содержат два шарнирно соединенных оптических канала, имеют в отличие от монокулярных наблюдательных приборов ряд специфических особенностей и характеристик.

Благодаря тому, что призмная оборачивающая система параллельно сдвигает оптические оси объектива и окуляра, она может как увеличить эффект стереоскопического (объемного и глубинного) восприятия наблюдаемого пространства, так и уменьшить. Для количественной оценки этого эффекта введено понятие **пластики**.

2.1. Пластика (P) - численная величина, характеризующая возрастание (убывание) эффекта стереоскопического восприятия пространства при наблюдении в бинокль по сравнению с наблюдением невооруженным глазом и определяется по формуле

$$P = \Gamma \times P_1,$$

где Γ - увеличение бинокля,

P_1 - **удельная пластика**, равная отношению расстояния между оптическими осями объектива к расстоянию между оптическими осями окуляров.

Отсюда следует, что способность видеть объемно и оценивать расстояния до различных предметов на основании зрительного ощущения тем больше, чем больше увеличение бинокля и отношение расстояний между центрами объективов и окуляров.

2.2. В погоне за уменьшением габаритов некоторые фирмы изготавливают бинокли с **обратной пластикой**, в которых расстояние между центрами объективов **меньше** расстояния между центрами окуляров (см. рис. 10), в результате снижается эффект стереоскопического восприятия пространства в 3,6 – 4 раза по сравнению с классической схемой. К тому же в биноклях с обратной пластикой имеется принципиальное ограничение диаметров объективных линз по причине сокращения их межцентрового расстояния. А из этого вытекает, что все бинокли с обратной пластикой относятся к классу биноклей **малой светосилы** и предназначены только для наблюдений при ярком освещении.



Бинокль с обратной пластикой

Рис. 10

Призменная оборачивающая система Порро в биноклях, исполненных по классической схеме, то есть, когда межцентровое расстояние объективов больше межцентрового расстояния окуляров, увеличивает удельную пластику бинокля в 1,8 – 2 раза, а следовательно **объемность и глубину зрения**.

Промежуточное положение между указанными биноклями по удельной пластике занимают бинокли с призменными оборачивающими системами с «крышей» Шмидта-Пехана и Аббе. Удельная пластика в них имеет значение 1 – 1,1. При этом мы имеем малые габариты и вес, но в силу сложной технологии изготовления - высокую стоимость.

Призменная оборачивающая система с «крышей» Шмидта-Пехана используется также в **суперкомпактных биноклях** с двумя шарнирными осями и диаметрами входного зрачка 20 - 25 мм и увеличением 8, 10 и даже 15 крат. Элементарные расчеты показывают, что в этих биноклях мы имеем диаметры выходного зрачка 3, 2,5 и 1,66 соответственно. Значит, они относятся к классу биноклей с **малой светосилой** и могут иметь ограниченное применение в условиях слабой освещенности местности. Но самый главный их недостаток заключается в том, что они имеют 2 шарнирные оси и специалисты сразу могут сказать, что выдержать необходимую параллельность трубок бинокля при изготовлении и эксплуатации весьма проблематично. Риск покупателя в части безопасности для здоровья заведомо, в силу конструктивной особенности, велик. Поэтому известные фирмы-производители, дорожащие своим именем, стараются уйти от двухосных шарнирных механизмов к одноосным, за счет некоторых потерь в компактности.

Если Ваша потребность заключается в получении рельефного изображения и Вам необходимо чувствовать расположение объектов наблюдения по глубину, то есть оценивать расстояние между объектами на предельных дальностях, то Вам будет полезно знать еще одну характеристику биноклей – **дальность стереоскопического зрения (R)**.

2.3. Дальность стереоскопического зрения (R) - это предельное расстояние, на котором прекращается возможность стереоскопического восприятия объектов.

Дальность стереоскопического зрения R определяется по формуле:

$$R = b / \eta_0 \cdot \Gamma,$$

где **b** - базис зрения, представляющий расстояние между осями двух пучков лучей, попадающих в **объективы** прибора, в мм;

$\eta_0 = 10'' \approx 5 \times 10^{-5}$ рад - порог стереоскопического зрения невооруженным глазом,

Г – увеличение бинокля.

Для невооруженных глаз дальность стереоскопического зрения $R_0 \approx 1,3$ км.

Классический бинокль с призменной оборачивающей системой Порро, которая увеличивает базис зрения, как правило, в 2 раза, при увеличении 10 крат обеспечивает дальность стереоскопического зрения до 25,6 км.

Бинокль с обратной пластикой при том же увеличении будет иметь дальность стереоскопического зрения $\approx 6,4$ км, т.е. в 4 раза меньше.

Бинокли с призменной оборачивающей системой с «крышей» (Roof prism) Шмидта – Пехана и Аббе, обеспечивающей соосность оптических осей биноклей, имеют значительно лучшие технические характеристики в части стереоскопичности ($\approx 12,8$ км при 10 кратном увеличении), хотя по компактности, а соответственно, габаритам и весам уступают биноклям с обратной пластикой.

Итак, теперь Вы можете самостоятельно вычислить удельную пластику и дальность стереоскопического зрения для любого бинокля и решить, что для Вас важнее уменьшение габаритов и массы приборы или стереоскопическое зрение на больших расстояниях.

2.4. Оптические характеристики бинокля, оказывающие влияние на здоровье пользователя.

В каждом из оптических каналов бинокля, содержащем призмennую оборачивающую систему, имеет место угловое смещение изображения наблюдаемого объекта по отношению к самому объекту в плоскости, перпендикулярной оптической оси, которое называют **углом поворота изображения**.

Величина **угла поворота изображения** вокруг оптической оси по отношению к самому предмету определяется **качеством изготовления деталей и сборки (юстировки) оптического канала бинокля**. Допустимое значение **угла поворота изображения** регламентируется стандартами на бинокли и не должно превышать 60 угловых минут в каждом из каналов. В монокулярных наблюдательных приборах этот параметр принципиального значения не имеет, а в биноклях играет существенную роль, особенно величина алгебраической **разности углов поворота изображения** в их оптических каналах (монокулярах).

Из всех перечисленных выше оптических характеристик бинокля наиболее **важными и представляющими опасность для здоровья человека**, в случае превышения допустимых отклонений, установленных органами здравоохранения, являются:

- **непараллельность выходящих из окуляров бинокля пучков лучей;**
- **разность углов поворота изображений в правой и левой трубках бинокля;**
- **разность увеличения трубок бинокля.**

Именно по этим оптическим характеристикам сертифицируются отечественные бинокли независимыми сертификационными органами на предмет безопасности. Более того, **бинокли, превысившие установленные допуски по этим параметрам, не должны разрешаться к дальнейшей эксплуатации**, как представляющие опасность для здоровья.

Почему именно эти три характеристики представляют опасность для здоровья легко объясняется.

Действительно, при наблюдении объектов через бинокли, в которых выходящие из окуляров лучи непараллельны и расходятся в горизонтальной плоскости, глаза наблюдателя будут стремиться компенсировать это расхождение путем схождения к переносице. В случае сходимости выходящих из окуляров бинокля лучей - глаза будут стремиться компенсировать это схождение путем разведения их в стороны от переносицы. Поскольку глаза человека легче сводятся к переносице, чем в разные стороны, то этим и объясняется более жесткий допуск на схождение по сравнению с допуском на расхождение в горизонтальной плоскости. В силу того, что глаза мало приспособлены к тому, чтобы одним смотреть вверх, а другим вниз, устанавливается также жесткий допуск (20 угловых минут) на расхождение выходящих из окуляра лучей в вертикальной плоскости.

Разность углов поворота изображений в правой и левой трубках бинокля глаза человека будут стремиться совместить разворотами их в плоскости перпендикулярной оптической оси, что также несвойственно человеческим глазам и будет вызывать их перенапряжение при длительном наблюдении.

Разность увеличения в трубках бинокля приводит к тому, что каждый из глаз видит изображения разного увеличения и мозг наблюдателя будет пытаться эти разновеликие изображения наложить друг на друга и совместить, что также при превышении безопасного допуска может привести к перенапряжению глаз и мозга при длительном наблюдении.

Опасность эксплуатации биноклей, в которых превышены установленные безопасные допуски на указанные характеристики, заключается именно в том,

что благодаря уникальной способности глаз к аккомодации и адаптации, в определенных пределах компенсирующую недостатки некачественных биноклей, наблюдатель не сразу почувствует угрозу для здоровья, но она обязательно проявится со временем, в виде переутомления глаз и головной боли.

Российскими и международными стандартами установлены требования к оптическим характеристикам и их допустимым отклонениям. Эти данные мы приводим в Приложении 1 и при желании вы можете проверить соответствует ли покупаемый Вами прибор требованиям стандартов качества и безопасности.

Таким образом, мы ввели термины, определили основные технические характеристики и составные части, общие для всех наблюдательных приборов - биноклей, монокуляров и зрительных труб, а также определили требования российских и европейских стандартов к

Следует отметить, что эти термины и характеристики они распространяются также и на прицелы, телескопы и ночные приборы.

Теперь мы более подробно рассмотрим бинокль, его обозначения и еще некоторые его особенности, на которые следует обратить внимание при покупке.

3. Бинокль. Маркировка.

Бинокль - компактный наблюдательный прибор, состоящий из двух одинаковых оптических каналов, каждый из которых содержит **объектив, оборачивающую систему и окуляр**, конструктивно оформленных в виде двух шарнирно соединенных трубок – монокуляров.

Наличие двух оптических каналов сохраняет объемное пространственное зрение человека или стереоскопический эффект, то есть чувствовать не только высоту, ширину, но и глубину воспринимаемого зрением пространства или, иначе говоря, способности на основании непосредственного зрительного ощущения оценивать величину, объем, пространственное расположение предметов, рельеф пространства. Более того, как мы показали выше, некоторые модели биноклей эту способность человека усиливают.

По условному буквенно-цифровому стандартизованному обозначению бинокля, которое, как правило, наносится на прибор и в обязательном порядке присутствует в сопроводительной документации (паспортах, этикетках) покупатель может многое узнать о его схемных и конструктивных особенностях и характеристиках.

Первая буква в обозначении бинокля – **Б** – означает собственно **бинокль** (соответственно М – монокуляр, ЗТ – зрительная труба). Следующие буквы отражают тип призмной оборачивающей системы, механизма фокусировки и др.:

- **П** - призмные бинокли с оборачивающей системой Порро;
- **К** - призмные бинокли с оборачивающими системами Шмидта-Пехана или Аббе, содержащими «крышу»;
- **Л** - бинокли с линзовой оборачивающей системой (крайне редко встречающиеся);
- **Г** - галилеевские бинокли, содержащие оптическую систему Галилея,
- **Ш** - широкоугольные бинокли,
- **Ф** - бинокли с внутренней фокусировкой,
- **Ц** - бинокли с центральным фокусирующим устройством,
- **О** - бинокли с увеличенным удалением выходного зрачка (для носящих очки).

После буквенного кода в названии бинокля следует цифровой код, в котором первая цифра обозначает значение **увеличения (Г)**, затем через знак «х» следует значение **входного зрачка в мм (D)**

Приведем некоторые примеры.

Условное обозначение БПЦ 7х50 означает, что это бинокль призмный с оборачивающей системой Порро, с центральным фокусирующим устройством, с увеличением 7 крат и диаметром входного зрачка (световым диаметром объектива) - 50 мм.

Делением значения диаметра входного зрачка в мм на значение увеличения определяется значение диаметра выходного зрачка: $50/7 = 7,14$ мм.

Следовательно, этот бинокль относится к группе не широкоугольных (поскольку в обозначении отсутствует буква Ш), высоко светосильных биноклей среднего увеличения с не увеличенным удалением выходного зрачка (отсутствует в обозначении буква О). Высокая светосила позволяет пользоваться им не только днем, но и в глубоких сумерках и даже ночью.

Если к вышеуказанному обозначению добавлена буква «с», т.е. БПЦс 7х50, то это означает, что в состав бинокля введена угломерная или дальномерная сетка

Условное обозначение БПО 10х42 означает, что это бинокль призмный с оборачивающей системой Порро, с увеличенным удалением выходного зрачка (т.е. им могут пользоваться и не носящие очки и носящие, причем не снимая их), с индивидуальной (раздельной) фокусировкой (поскольку отсутствует в

обозначении буква Ц), с увеличением 10 крат и диаметром входного зрачка 42 мм. Диаметр выходного зрачка данного бинокля имеет значение - $42/10 = 4,2$ мм, который означает, что он относится к группе средней светосилы.

Приведем еще одно обозначение БКФЦ 7х35, которое означает, что это бинокль призмный с оборачивающей системой, содержащей «крышу», с внутренней фокусировкой (буква Ф в обозначении) и центральным фокусирующим устройством (буква Ц), с увеличением 7 крат и диаметром входного зрачка 35 мм. Диаметр выходного зрачка этого бинокля равен $35/7 = 5$ мм, значение которого относит бинокль к группе светосильных.

В обозначении **панкратических биноклей** указываются **минимальное и максимальное увеличение** бинокля, отделенных друг от друга тире. Например, БПЦ 8-24х50, где 8 - минимальное увеличение, 24 - максимальное увеличение, 50 - диаметр входного зрачка. В этом случае и диаметр выходного зрачка будет иметь при минимальном увеличении максимальное значение и, наоборот, при максимальном увеличении минимальное значение.

Бинокли с дискретным изменением увеличения встречаются крайне редко, но и в этом случае предусмотрено в их обозначении дискретные кратности разделять буквой И.

В условном обозначении биноклей зарубежного производства буквенная часть не унифицирована. Цифровая же часть несет такую же информацию, как и в обозначении российских биноклей.

4. На что же **еще** Вам следует обратить внимание при выборе бинокля?

Для начала Вы, уважаемый покупатель, должны уяснить себе, что, выбирая бинокль, Вы хотите удовлетворить Вашу потребность в расширении уникальных возможностей человеческих глаз и при этом не нанести им, ненароком, вреда, купив изделие, не отвечающее **требованиям безопасности**.

Кроме этого, поскольку бинокль - изделие длительного пользования, Вам, по всей видимости, нелишне будет знать, кому Вы сможете предъявить претензию к качеству прибора для бесплатного устранения недостатков в течение гарантийного срока эксплуатации, а также где Вы сможете, в случае необходимости, отремонтировать бинокль после истечения срока гарантии.

Поэтому Вы должны в любой форме, а лучше **документально**, получить подтверждение и гарантии того, что предлагаемый Вам бинокль соответствует всем требованиям, предъявляемым к наблюдательным приборам, в том числе по без-

опасности, и имеет именно те технические характеристики, которые отличают его от других биноклей.

Для ответа на поставленные вопросы российские стандарты обязывают отечественных изготовителей биноклей комплектовать каждый наблюдательный прибор **сопроводительным документом (паспортом, этикеткой)**, в котором наряду с техническими характеристиками обязательно должны быть указаны **наименование и адрес предприятия-изготовителя, заводской номер изделия, совпадающий с номером, нанесенным на прибор.**

В паспортах и этикетках отечественных биноклей наносится также **отметка ОТК** о приемке данного конкретного изделия, подтверждающая, что бинокль соответствует конструкторской документации и техническим условиям на данное изделие, следовательно, всем ГОСТам и ОСТам, в том числе и по безопасности, которые распространяются на данные изделия и их составные части.

Безопасность отечественных биноклей и материалов, примененных в нем, подтверждают также **сертификаты**, в том числе санитарно-эпидемиологическое заключение и сертификат соответствия (или Декларация о соответствии), выдаваемые независимыми от производителя органами, которые Вы можете потребовать у продавца.

Санитарно-эпидемиологическое заключение подтверждает, что при производстве прибора были использованы материалы, безопасные для здоровья пользователя. Сертификат соответствия или Декларация о соответствии подтверждают соответствие оптических характеристик наблюдательного прибора требованиям ГОСТ7048-81.

Наличие сертификатов указывается в сопроводительной документации условным знаком.

Кроме этого на бинокли наносятся товарный знак предприятия изготовителя, условное обозначение бинокля и значение поля зрения.

Другим фактором, важным для российского покупателя, который он должен обязательно учитывать при выборе бинокля в силу климатических условий своей страны, является **температурный диапазон эксплуатации** прибора, в котором он гарантированно сохраняет свою работоспособность. Отечественные производители биноклей, в отличие от зарубежных, эту эксплуатационную характеристику обязательно приводят в сопроводительной документации, причем достигли в этом разной степени успеха. Так, например, бинокли Загорского и Салаватского оптико-механических заводов работоспособны при температуре окружающей среды от -30°C до $+45^{\circ}\text{C}$, а бинокли Казанского оптико-механического завода имеют более широкий температурный диапазон эксплуатации от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Зарубежные же бинокли, как правило, теряют работоспособность уже при -15°C , в лучшем случае при -20°C , что вполне достаточно для климатических условий Европы и Америки, но совершенно недостаточно для России.

Кроме того, следует обратить внимание на материал, из которого изготовлен корпус бинокля. Отечественные производители, как правило, применяют корпуса из легких сплавов металлов - алюминиевые, магниевые и т.п., но в то же время на российском рынке имеется много моделей с корпусами из различного рода пластмасс – композитных, стекловолокна и т.п.

Что же выбрать?

Разумеется бинокли с пластмассовыми корпусами значительно легче, а это значит и значительно удобнее в эксплуатации. Однако следует помнить, что самые современные пластики и пластмассы, пока не могут соперничать с металлическими сплавами по надежности к ударным нагрузкам и перепадам температур. А в процессе эксплуатации корпус бинокля, особенно его «рога», в которых закреплены центральная ось с колесом центральной фокусировки, испытывают постоянные и многократные нагрузки.

Поэтому, ориентируясь на климатические условия в России, где перепад температур в 40° - это норма (+20°C в квартире и –20°C на улице), отечественные производители не спешат отказываться от металлических корпусов.

Однако, если Вы ищите бинокль для театра, или наблюдений в закрытых помещениях, то легкий бинокль с пластмассовым корпусом Вас вполне удовлетворит.

Итак, мы практически обозначили все особенности биноклей, ввели общие термины, разъяснили основные оптические характеристики и их взаимосвязи, отметили параметры, потенциально опасные для здоровья. Надеемся, что это поможет Вам, уважаемый покупатель, выбрать именно тот бинокль, который Вам нужен.

Приложение 1

Общие требования к оптическим характеристикам по российским (ГОСТ 7048-81) и проектом международного (ISO 14133) стандарта

Таблица 1

Характеристики	ГОСТ 7048-81	Проект ISO 14133	
		Класс А	Класс В
Предел разрешения, угл. сек., не более			
- диаметр выходного зрачка $\leq 4,5$ мм	180"/D	60"/Г	60"/Г
- диаметр выходного зрачка $> 4,5$ мм	300"/D	300"/D	300"/D
Удаление выходного зрачка, мм, не менее	7	8	6
Удаление выходного зрачка в биноклях для носящих очки, мм, не менее	Свыше 15	18	18
Интервал регулировки межзрачковых расстояний, мм, не менее	52 - 74	58 - 72	60 - 70
Интервал фокусировки для биноклей с механизмом центральной фокусировки			
- интервал фокусировки посредством центрального механизма, дптр, не менее	± 5	± 5	± 3
- интервал фокусировки посредством окуляра, дптр, не менее	± 3	± 3	± 3
Интервал фокусировки для биноклей с механизмом индивидуальной фокусировки, дптр, не менее	± 5	± 5	± 3

В таблицу 1 введены обозначения:

D - диаметр входного зрачка,

Г - угловое увеличение бинокля.

Примечание: Российский стандарт для наблюдательных приборов (биноклей, монокуляров) с выходным зрачком $\leq 4,5$ мм устанавливает предел разрешения (разрешающей способности) не более - $\varepsilon = 180"/D$, который совпадает с международным требованием при диаметре выходного зрачка 3 мм и предъявляет более жесткие требования, чем международный, при диаметрах выходного зрачка от 3 мм до 4,5 мм.

Кроме общих требований стандарты устанавливают **допускаемые отклонения оптических характеристик**, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики	Допускаемые отклонения		
	ГОСТ 7048-81	Проект ISO 14133	
		Класс А	Класс В
Увеличение	±5 %	±5 %	±5 %
Угловое поле зрения в пространстве предметов	±5 %	±5 %	±5 %
Диаметр выходного зрачка	±5 %	±5 %	±5 %
Разность увеличения трубок бинокля	±2 %	±2 %	±2 %
Угол поворота изображения относительно предмета вокруг оптической оси в каждой трубке бинокля	1°	1°	1,5°
Разность углов поворота изображений в правой и левой трубках бинокля	30'	30'	40'
Непараллельность выходящих из окуляров бинокля пучков лучей*:			
- расхождение в вертикальной плоскости	20'	20'	30'
- расхождение в горизонтальной плоскости	60'	60'	100'
- схождение в горизонтальной плоскости	20'	20'	40'

***) Бинокли, превысившие установленный допуск, не должны разрешаться к дальнейшей эксплуатации как представляющие опасность для здоровья.**