

### Литература

1. Atomic oxygen exposure effect on carbon nanotubes/epoxy composites for space systems / I. N. Parkhomenko // Acta Astronautica. – 2023. V. 204. – P. 124–131.

2. Эпоксидные композиты, наполненные углеродными нанотрубками и графеном / Е. А. Оводок [и др.].

– Бел. гос. ун-т.-Минск, Нии физико-химических проблем, 2021. – 9 с.

3. Эрозия полимерных нанокомпозитов на основе углеродных нанотрубок под действием кислородной плазмы / Л. С. Новиков [и др.] // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2016. – № 6. – С. 59–64.

УДК 681.7

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИБОРОВ НАБЛЮДЕНИЯ

Зайцева А. А., Габец В. Л.

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Оптическая система – совокупность оптических элементов, созданная для определенного формирования пучков световых лучей, радиоволн, заряженных частиц. В статье рассматриваются типы и разновидности оптических систем, обосновывается необходимость их усовершенствования.

**Ключевые слова:** оптическая система, оптический микроскоп, бинокль.

## IMPROVEMENT OF OPTICAL SYSTEMS OF OBSERVATION DEVICES

Zaitsava A., Habets V.

*Belarusian National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus*

**Abstract:** An optical system is a set of optical elements created for the specific formation of beams of light rays, radio waves, and charged particles. The article discusses the types and varieties of optical systems and substantiates the need for their improvement.

**Key words:** optical system, optical microscope, binoculars.

*Адрес для переписки: Зайцева А. А., пр. Независимости, 65, г. Минск 220013, Республика Беларусь  
e-mail: ana.zajt2eva@yandex.by*

Оптическая система – совокупность оптических элементов (преломляющих, отражающих, дифракционных и т. п.), созданная для определенного формирования пучков световых лучей (в классической оптике), радиоволн (в радиооптике), заряженных частиц (в электронной и ионной оптике) [1].

Обычно под оптическими системами подразумевают системы, преобразующие электромагнитное излучение в видимом или близких диапазонах (ультрафиолетовый, инфракрасный). В таких системах преобразование пучков света происходит за счет преломления и отражения света, его дифракции и поглощения.

Типы и разновидности оптических систем весьма разнообразны, однако обычно выделяют изображающие оптические системы, которые формируют оптическое изображение и осветительные системы, преобразующие световые пучки от источников света.

Широкое применение оптические приборы получили уже примерно в 1280-х годах в Италии. В технике оптические приборы играют важную роль в различных технических процессах и системах. Например, оптические лазерные системы используются для точной маркировки и обработки материалов. Оптические приборы также применяются в системах навигации, измерения и контроля качества.

Исходя из их назначения, конструкции и технических характеристик, оптические приборы наблюдения можно разделить на следующие основные группы.

Зрительная (подзорная) труба. Основное назначение зрительных труб – это наблюдение за сильно удаленными или малоразмерными объектами с максимально возможным увеличением. Среди зрительных труб редко можно встретить модели с большим диаметром выходного зрачка и большой светосилой, у большинства приборов эти показатели минимизированы, и на первый план выходит такая характеристика как высокая кратность.

Оптический телескоп. Телескоп предназначен для наблюдения удаленных объектов ночного неба. Все существующие телескопы по конструкции можно разделить на две большие группы: зеркальные (рефлекторы) и линзовые (рефракторы). Основные характеристики телескопов: диаметр объектива и увеличение. Чем больше диаметр объектива, тем больше света он соберет, и тем более слабые объекты станут в него видны.

Оптический микроскоп и лупа. Микроскоп – оптический прибор, предназначенный для получения увеличенных изображений того или иного объекта с целью изучения этого объекта. При помощи микроскопа конструкторы определяют

форму, размеры и многие другие параметры для каких-нибудь микроэлементов сложного технического устройства

**Оптический монокуляр** Монокуляры имеют один окуляр и один объектив. Уступая по качеству изображения биноклям, монокуляры имеют существенное преимущество в размерах по сравнению с ними. Монокуляры применяют, когда необходима минимальная масса прибора при достаточном увеличении и высоком качестве изображения.

**Оптический бинокль.** Бинокль позволяет наблюдать за удаленными объектами, используя оба глаза. Из-за стереоскопического эффекта существенно повышается удобство и информативность наблюдения и снижается утомляемость глаз по сравнению с наблюдением одним глазом. Различают дневные и ночные оптические бинокли.

**Лазерный дальномер.** Лазерный дальномер – это электронно-оптический прибор, применяемый для измерения расстояний до объектов. Можно измерить расстояние до любого предмета на местности, находящегося в прямой видимости, с погрешностью около одного метра. Лазерный дальномер может быть выполнен в виде монокуляра или бинокля с увеличением от 2 до 7 крат. Некоторые производители встраивают дальномеры в другие оптические приборы, например, в оптические прицелы [2].

**Оптический прицел.** Прицел – прибор, который закрепляется на огнестрельном оружии для лучшего наведения оружия на цель. Различают дневные, коллиматорные и ночные оптические прицелы. Дневной оптический прицел представляет собой телескопическую систему, наподобие зрительной трубы, закрепленную на оружии, в одной или нескольких плоскостях изображений которой нанесены специальные метки (сетка), предназначенные для наведения оружия на цель. Использование в конструкции прицела коллиматора обеспечивает высокую скорость прицеливания, раза в 2–3 больше, чем у простых оптических прицелов.

Принцип работы оптической системы приборов наблюдения рассмотрим на примере бинокля

Бинокль (рисунок) состоит из двух телескопов, смонтированных вместе и дающих изображения для обоих глаз. Когда лучи света от далекого объекта проходят через выпуклую линзу, они перекрещиваются. Поэтому далекие объекты, если

рассматривать их через лупу, выглядят перевернутыми. Вторые линзы эту проблему не исправляют. Поэтому в биноклях применяют призмы (объемные стеклянные клинья), которые поворачивают изображение на 180 градусов. Одна призма поворачивает изображение на 90 градусов, и вторая тоже поворачивает на 90 градусов, и таким образом две призмы переворачивают изображение. Призмы могут быть составлены в линию вместе (призмы с крышей) или под углом 90 градусов (призмы Порро).

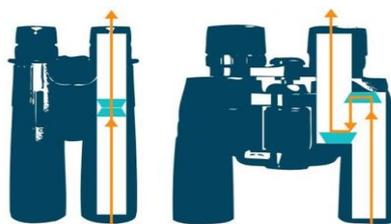


Рисунок – Схема бинокля

Наличие призм объясняет то, почему бинокли такие тяжелые и часто достаточно толстые в середине. Впрочем, есть бинокли без призм, театральные, например. Они невелики по размерам, легкие и компактные, но, к сожалению, имеют невысокое качество изображения. Совершенствование приборов позволяет улучшить их точность, разрешающую способность, прецизионность, линейность, что является важнейшими факторами для использования прибора. Большинство зрительных труб и биноклей дают увеличения значительно меньше максимального полезного увеличения. Повысить увеличение зрительной трубы можно, если на ее главной оптической оси поместить дополнительный окуляр. Зрительная труба строит увеличенное изображение наблюдаемого объекта, которое рассматривается в дополнительный окуляр. Поэтому усовершенствование оптических приборов всегда актуально.

#### Литература

1. Оптическая система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc1p/34514>.
2. Лазерные дальномеры, принцип работы и назначение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://myhunt.ru/articles/optics/lazernye-dalnomery-printsip-raboty-i-naznachenie/>.