

## Оптико-кинематическая схема бинокулярного перископического прибора

*А. С. Зырянов<sup>1\*</sup>, О. К. Ушаков<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация,

\* e-mail: andre.z1995@bk.ru

**Аннотация.** Современные оптические приборы играют важную роль в народном хозяйстве. Расширяются сферы применения оптических приборов. Постепенно повышаются требования к точности, быстродействию, информативности и надёжности работы. Это усложняет конструкции приборов, повышает требования к технологии изготовления, особенно к сборке и юстировке. Для решения этих задач большое значение имеет изучение основ юстировки отдельных оптических узлов и приборов в целом. Возможность и простота юстировки оптического прибора является одним из важнейших критериев технологичности конструкции прибора. В данной статье рассмотрена принципиальная оптико-кинематическая схема бинокулярного перископического прибора, служащего для ориентирования на местности, распознавания цели и наблюдения за ней.

**Ключевые слова:** перископ, бинокулярные приборы, панорамические приборы, оптические приборы, оптико-кинематическая схема

## Optical-kinematic scheme of a binocular periscope device

*A. S. Zyryanov<sup>1\*</sup>, O. K. Ushakov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation, \*e-mail: andre.z1995@bk.ru

**Abstract.** Modern optical devices play an important role in the national economy. The scope of application of optical devices is expanding. The requirements for accuracy, speed, informativeness and reliability of work are gradually increasing. This complicates the design of devices, increases the requirements for manufacturing technology, especially for assembly and alignment. To solve these problems, it is of great importance to study the basics of the alignment of individual optical nodes and devices as a whole. The possibility and ease of adjustment of an optical device is one of the most important criteria for the manufacturability of the device design. In this article, the principal optical-kinematic scheme of a binocular periscope device used for orientation on the terrain, target recognition and observation is considered.

**Keywords:** periscope, binocular devices, panoramic devices, optical devices, optical-kinematic scheme

### *Введение*

Оптико-кинематическая схема, предложенная в данной статье, может быть использована для создания панорамических бинокулярных приборов, дающих возможность рассматривать предметы, расположенные в горизонтальной плоскости, не совпадающей с плоскостью глаза наблюдателя [1, 2]. Разрабатываемый прибор может быть использован в сухопутной и морской армии для ориентирования, распознавания и наблюдения за целью. Кроме этого от прибора требуется панорамный обзор в горизонтальной плоскости [3].

## Обзор аналогов разрабатываемой системы

Существуют оптические системы панорамного обзора, которые позволяют наблюдать все пространство вокруг наблюдателя при неизменном положении окуляра [4–6]. В их основе лежит панорамическая система Герца [7], включающая отражатель с компенсатором наклона в виде выпрямляющей призмы Дове, оборачивающую систему и окулярная часть из объектива, крышеобразной призмы АКР-90° и окуляра. Возможность панорамического наблюдения достигается тем, что головная часть прибора может поворачиваться на 360° вокруг вертикальной оптической оси прибора, формируя панорамный оптический сигнал. Чтобы изображение предмета за окуляром при этом все время оставалось прямым, вслед за указанной призмой до объектива зрительной трубы или между линзами оборачивающей системы, в параллельном пучке лучей устанавливается трапецеидальная выпрямляющая призма Дове, которая поворачиваясь одновременно с головным отражателем в ту же сторону, но со скоростью в двое меньшей угловой скорости головного отражателя, будет компенсировать поворот изображения, возникающий от поворота головного отражателя.

Так же известны примеры оптических схем бинокулярных псевдостереоскопических приборов (рис. 1), в основе которых лежит панорамическая система Герца [8, 9].

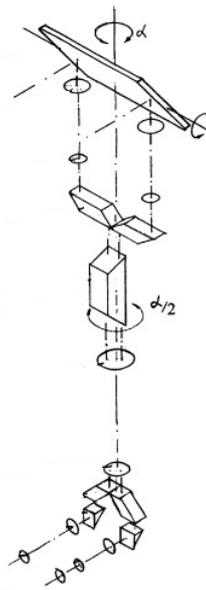


Рис.1. Оптическая схема псевдобинокулярного прибора

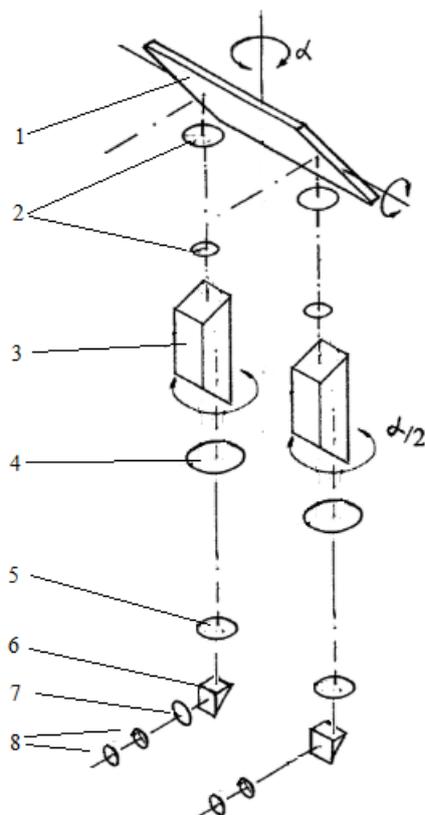
Рассмотренная выше схема и ее аналоги имеют следующий недостаток – это их монокулярность, которая ограничивает возможность этих схем с точки зрения информативности, не позволяет получить информацию о рассматриваемой местности по глубине пространства, уменьшает разрешающую способность глаза. Кроме того, монокулярность вызывает ускоренную утомляемость глаз наблюдателя, что может привести к дополнительной потере информации при наблюдении.

### Описание разрабатываемой схемы

Задачей данной системы является создание оптической панорамической бинокулярной схемы, которая позволит повысить информативность и эффективность наблюдения, а также уменьшит утомляемость наблюдателя.

За основу новой оптико-кинематической схемы принят псевдостереоскопический аналог с одной призмой Дове [5, с. 3].

Оптическая панорамическая схема (рис. 2) содержит головное зеркало и две параллельные оптические ветви, содержащие телескопическую систему, призмы Дове, объектив и неподвижную окулярную часть [10–12].



1 – головной отражатель; 2 – телескопическая система; 3 – призмы АР-0°; 4 – объектив; 5 – коллективная линза; 6 – призма АКР-90°; 7 – сетка; 8 – окуляр

Рис. 2. Оптическая схема бинокулярного перископа

Световой пучок попадает в перископ через защитное стекло, не имеющее оптической силы, и распространяется по оптической системе прибора. При повороте головного зеркала изображение рассматриваемого предмета будет вращаться в плоскости сетки. Чтобы компенсировать вращение изображения, в оптическую систему устанавливаются призмы Дове, которые вращаются вокруг вертикальной оси при помощи планетарной передачи (рис. 2) с половинной скоростью.

Кинематическая схема приведена на рис. 3. Червячный механизм 5 задает вращение головного зеркала на угол  $\alpha$  и блока призм Дове на угол  $\alpha/2$ . Червяч-

ное колесо связано с двумя планетарными передачами. С помощью планетарной передачи 4 вращение передается на вторую призму через солнечную шестерню и на головное зеркало, соединенное через тубус с эпициклом планетарной передачи 4. Для поиска цели и точки наводки на местности визирная ось перископа имеет возможность наклоняться в вертикальной плоскости с помощью механизма качания. Планетарный механизм 4 более подробно рассмотрен на рис. 4.

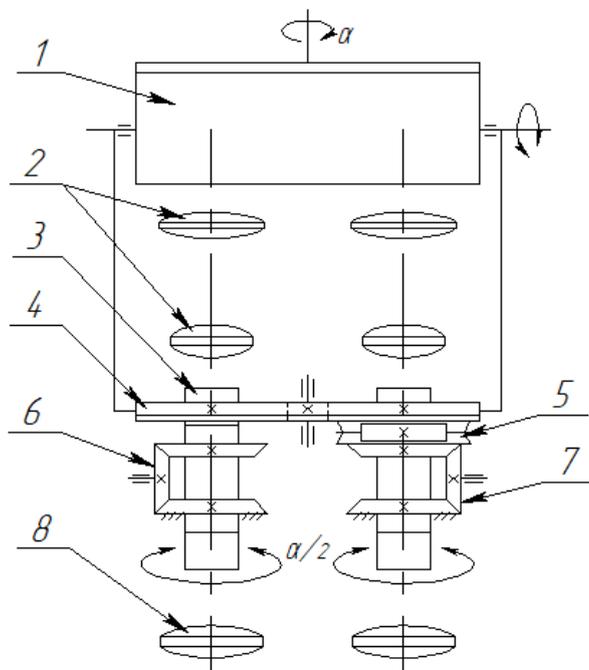


Рис. 3. Оптико-кинематическая схема (без окулярной части)

1 – головной отражатель (зеркало); 2 – телескопическая система; 3 – призмы AP-0°; 4 – планетарный механизм; 5 – червячный механизм; 6, 7 – планетарный механизм; 8 – объектив

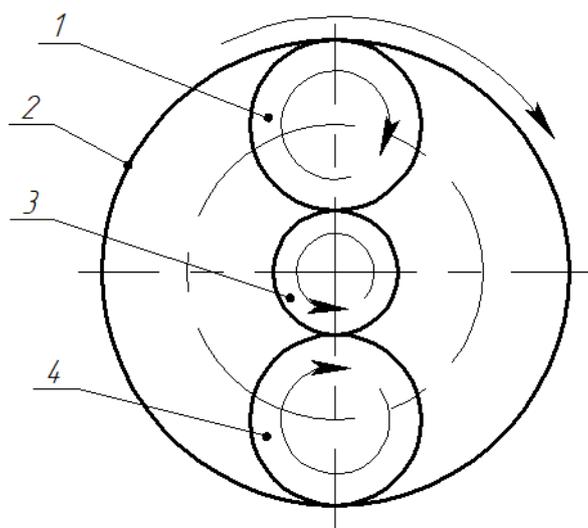


Рис. 4. Схема однорядной планетарной передачи

1 – сателлит; 2 – эпицикл; 3 – солнечная шестерня; 4 – сателлит

Червячный механизм 5 (см. рис. 3) соединен с сателлитом 4. При вращении червячного механизма движение с сателлита 4 передается на сателлит 1 (рис. 4) через солнечную шестерню 3. Сателлиты 1 и 4 вращаются на месте вокруг своей оси в одну сторону, противоположную вращению солнечного колеса 3, тем самым задавая вращение призмам Дове. Также через сателлиты 1 и 4 вращение передается на эпицикл 2, который, вращаясь в одном направлении с сателлитами, передает вращение на головное зеркало через тубус.

### *Заключение*

В результате данной работы была представлена оптико-кинематическая схема бинокулярного панорамного прибора, который может быть использован для ориентирования на местности, распознавания цели и наблюдения за ней.

Бинокулярные панорамные наблюдательные приборы предназначены для тех же целей, что и монокулярные, но в отличие от них наблюдение производится двумя глазами. Благодаря этому оператор работает в более естественных условиях и используется при этом свойство бинокулярного зрения, стереоскопичность [13, 14]. Последнее позволяет получить дополнительную информацию - определить расположение объектов по глубине их разноудаленность от наблюдателя. Зрительная система человека может различать разноудаленность объектов, когда разность параллактических углов, под которыми наблюдаются объекты, более 10". Эта величина называется разрешающей способностью стереоскопического зрения. Если ближний объект наблюдается под параллактическим углом менее 10", то разность параллактических углов будет меньше разрешающей способности стереоскопического зрения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Н. П. Заказнов, С. И. Кирюшин, В. И. Кузичев. – Москва : Машиностроение, 1992. – 448 с. – Текст : непосредственный.
2. Бардин, А. Н. Сборка и юстировка оптических приборов : учебник / А. Н. Бардин. – Москва : Высшая школа, 1968. – 329 с. – Текст : непосредственный.
3. Вавилов, С. И. Оптика в военном деле / С. И. Вавилов, М. В. Севастьянова. – Москва : «Академия наук СССР», 1948. – 389 с. – Текст : непосредственный.
4. Пат. RU 2290676 Российская Федерация, МПК G02B 23/02; Оптическая панорамическая система – Текст : непосредственный // Пекки Г.Р., Филатов М. И; патентообладатели ОАО «Центральное конструкторское бюро «Фотон». – заявл. 05.11.2005; опубл. 27.12.2006. – 5 с : ил.
5. Пат. SU 1552144 Совет ССР, МПК G02B 23/00; Бинокулярная панорамная оптическая система – Текст : непосредственный // Филатов В. С., – заявл. 28.02.1985; опубл. 23.03.1990. – 3 с : ил.
6. Пат. RU 2348956 Российская Федерация, МПК G02B 23/02; Оптическая панорамическая система – Текст : непосредственный // Пекки Г. Р., патентообладатель ОАО «Центральное конструкторское бюро «Фотон»: - заявл. 04.06.2007; опубл. 10.03.2009. – 3 с : ил.
7. Хромов, В. Орудийной панораме Герца – 100 лет – Текст : непосредственный // Военный парад. – 2003 г. – №56. – С. 27-32.
8. Пат. RU 2399073 Российская Федерация, МПК G02B 23/02; Оптическая панорамическая система – Текст : непосредственный // Пекки Г.Р., патентообладатель ОАО «Центральное конструкторское бюро «Фотон»: – заявл. 13.04.2009; опубл. 10.09.2010. – 5 с : ил.

9. Пат. RU 2501049 Российская Федерация, МПК F41G 1/40; Оптическая панорамическая система – Текст : непосредственный // Хазов А. М., Волков Р. И., Филатов М. И., Броун Ф. М.; патентообладатели ОАО «Центральное конструкторское бюро «Фотон»: – заявл. 23.03.2012; опубл. 10.12.2013. – 3 с : ил.
10. Кулагин, В. В. Основы конструирования оптических приборов : учебник / В. В. Кулагин. – Ленинград : Машиностроение, 1982. – 308 с., ил. – Текст : непосредственный.
11. Мартенс, Л. К. Техническая энциклопедия : учебник / Л. К. Мартенс. – 16 том. – Москва : «Акционерное Общество Советская энциклопедия», 1932. – 432 с. – Текст: непосредственный.
12. ГОСТ 2.770-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики от декабря 1967 г. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1998. – Текст : электронный. – Электронная информационно-справочная система «Госты онлайн». – URL: <https://gosthelp.ru/text/gost277068eskdoboznacheni.html> (дата обращения: 10.04.2022).
13. Хваловский, В. В. Оптические детали и узлы. Справочник конструктора оптико-механических приборов : учебник / В. В. Хваловский, В. А. Панов. – Ленинград : Машиностроение, 1980. – 742 с. – Текст : непосредственный.
14. Чуриловский, В. Н. Геометрическая оптика. Теория оптических приборов : учебник / В.Н. Чуриловский, А. П. Грамматин. – Москва : Машиностроение, 1966. – 274 с. – Текст : непосредственный.

© А. С. Зырянов, О. К. Ушаков, 2022