

*В. Р. Костылева<sup>1\*</sup>, М. П. Егоренко<sup>1</sup>*

## **Моделирование бинокулярного прибора ночного видения**

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

\* e-mail: vika.kostyleva2002@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможности использования программы трехмерного моделирования для разработки и создания бинокулярного прибора ночного видения. Были изучены аналоги насыпных конструкций оправ, которые использовались для проектирования бинокулярного прибора ночного видения. За основу взят патент Шишкина Игоря Петровича – объектив для видимой и ближней инфракрасной областей спектра [Патент № 2 421 764 РФ, G02B 13/14 (2006.01), G02B 9/60 (2006.01), Бюл. № 17 20.06.2011]. В качестве прототипа усилителя яркости выбран электронно-оптический преобразователь второго поколения фирмы «АО» Катод. Прибор ночного видения состоит из двух независимых каналов, в каждом из которых находится объектив, электронно-оптический преобразователь, сетка и склейка окуляров. Два канала закреплены в основании, в центре, которого находится видоискатель, состоящий из блока питания и инфракрасного осветителя. Результаты показывают эффективность использования программного обеспечения по твердотельному моделированию САПР «КОМПАС» при решении разнообразных задач с учетом требований к изделию.

**Ключевые слова:** прибор ночного видения, моделирование, насыпные конструкции, электронно-оптический преобразователь

*V. R. Kostyleva<sup>1\*</sup>, M. P. Egorenko<sup>1</sup>*

## **Simulation of a binocular night vision device**

<sup>1</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: vika.kostyleva2002@gmail.com

**Abstract.** The article discusses the possibilities of using a three-dimensional modeling program for the development and creation of a binocular night vision device. Analogues of bulk frame structures that were used to design a binocular night vision device were studied. It is based on Igor Petrovich Shishkin's patent – a lens for the visible and near-infrared regions of the spectrum [patent № 2 421 764 РФ, G02B 13/14 (2006.01), G02B 9/60 (2006.01), Бюл. № 17 20.06.2011]. An electron-optical converter of the second generation from JSC Cathode was chosen as a prototype of the brightness amplifier. The night vision device consists of two independent channels, each of which contains of a lens, an electron-optical converter, a grid and a gluing of eyepieces. Two channels are fixed in the base, in the center of which there is a viewfinder consisting of a power supply and an infrared illuminator. The results show the effectiveness of using the COMPASS CAD solid-state modeling software in solving a variety of tasks, taking into account the implementation requirements.

**Keywords:** Night vision device, modeling, bulk structures, electron-optical converter

### ***Введение***

Приборы ночного видения (ПНВ) представляют собой оптико-электронные устройства, способные обеспечить наблюдение в условиях низкой освещенности или полной темноты. Они применяются во время боевых действий, спасательных

операций, для управления автомобилем без использования фар, охраны режимных объектов, охоты или наблюдения за животными [1, 2].

ПНВ работают по нескольким принципам: на основе усиления спектра видимого света (380–780 нм) в оптико-электронных приборах (ОЭП) и частично в цифровых устройствах; на основе использования ближнего инфракрасного (ИК) диапазона (780–1400 нм) в оптико-электронных и цифровых устройствах с ИК подсветкой; на основе использования среднего ИК диапазона (7–15 мкм) в тепловизорах [3, 4].

Существует множество различных видов ночного видеоборудования, конструкции которых оптимизированы в соответствии с их предназначением. Основные виды включают в себя: устройства для наблюдения, прицелы для стрелкового оружия и ночные очки.

Для примера можно рассмотреть АО «Новосибирский приборостроительный завод», специализирующееся на производстве:

- ночных прицелов ПН–23, ПН–22К;
- приборов ночного видения ПН–16К, ПН–21К;
- очков ночного видения ПН–20К, ПН–14К [5].

Чаще всего в приборах используются электрооптические преобразователи (ЭОПы) второго или третьего поколений, имеется автоматическая регулировка яркости экранов электрооптических преобразователей, применяется прочная и влагозащищенная конструкция, предусмотрена индикация включения подсветки.

### *Моделирование*

3D-модель бинокулярного ПНВ состоит из нескольких деталей и сборочных единиц: оправа оптической системы, склейка линз объектива и окуляра, промежуточные и резьбовые кольца, корпус, винтовой механизм, блок питания и ИК-осветитель.

Рассмотрим некоторые характеристики 3D-модели ПНВ:

- корпус выполнен из алюминиевого сплава так же, как оправы объективов и окуляров;
- имеется возможность регулировать зрительные каналы;
- есть встроенный видеоискатель;
- на приборе закреплены сменные наглазники.

Для разработки прибора были использованы насыпные конструкции, представленные в справочнике конструктора оптико-механических приборов М.Я. Кругера [6]. На рисунке 1 показаны различные виды насыпных конструкций объективов. Также были проанализированы различные виды наглазников и проведен их расчет [7].

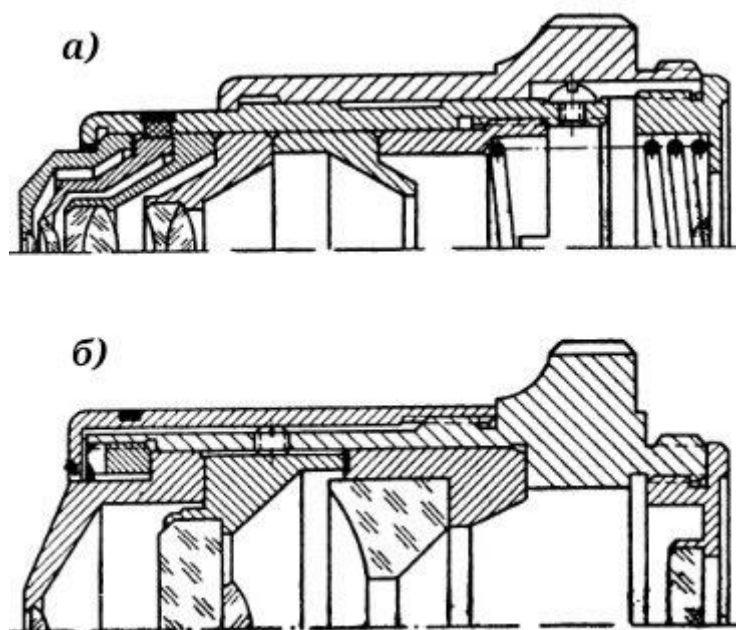


Рис. 1. Насыпные конструкции

а) в объективе; б) в зеркально-линзовом объективе

Все разработки велись в приложении САПР «КОМПАС» во фрагменте [8–10]. Конструкции оправы окуляра (рис. 2) были взяты из справочника конструктора оптико-механических приборов М. Я. Кругера.

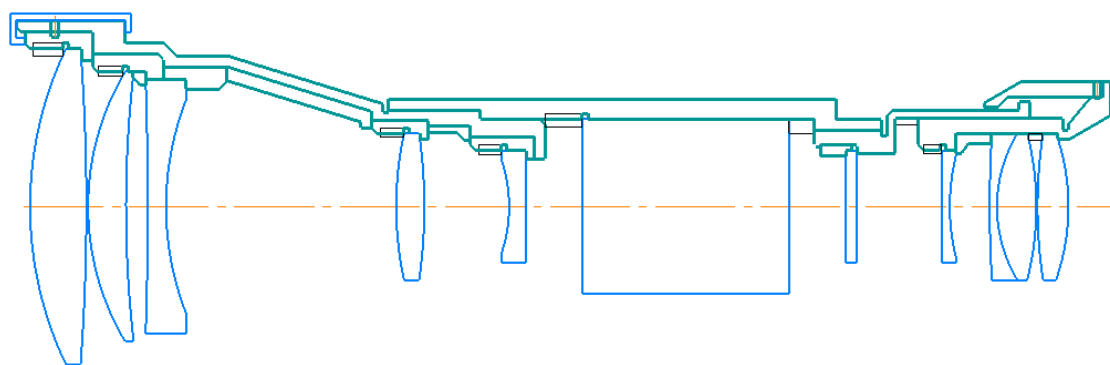


Рис. 2. Разработка конструкции Биноклярного ПНВ

Объектив биноклярного ПНВ выполнен из пяти линз, фокусное расстояние оптической системы  $f' = 80$  мм. На рисунке 3 изображена оптическая схема линзового объектива, выполненная в САПР «КОМПАС».

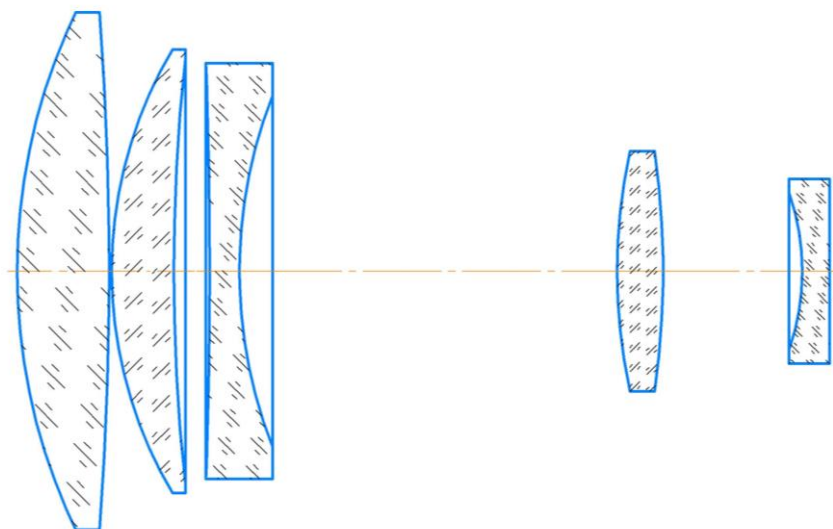


Рис. 3. Оптическая схема линзового объектива

Конструктивные параметры объектива приведены в таблице 1. За основу взят патент Шишкина Игоря Петровича – объектив для видимой и ближней ИК-областей спектра [Патент № 2 421 764 РФ, G02B 13/14 (2006.01), G02B 9/60 (2006.01), Бюл. № 17 20.06.2011] [11].

Таблица 1

Конструктивные параметры объектива

Поверхность	Радиус, мм	Толщина, мм	Диаметр, мм
1	64,90	10,00	54,7
2	-379,60	0,30	53,3
3	46,85	8,00	46,3
4	210,80	2,26	43,3
5	-651,60	4,00	41,9
6	52,12	3,24	36,5
Апертурная диафрагма	$\infty$	37,32	36,5
8	61,03	5,00	23,5
9	-91,22	13,65	22,8
10	-26,14	3,00	18,1
11	$\infty$	7,78	18,1
Плоскость изображения	$\infty$	-	18,3

Примером для создания электронно-оптического преобразователя служит ЭПМ132Г-11-11 фирмы «АО» Катод [12]. ЭОП предназначены для усиления слабых световых потоков излучения в пассивных и пассивно-активных приборах

ночного видения в диапазоне длин волн 350–900 нм [13–15]. Конструктивные параметры электронно-оптического преобразователя представлены в таблице 2.

Таблица 2

Конструктивные параметры ЭОПа

Характеристика	Значение
Диаметр рабочего поля фотокатода, мм	17,50
Чувствительность фотокатода спектральная $\lambda = 850$ нм, мА/Вт	45–50
Предел разрешения, штр/мм	57–64
Смена температур, °С	от -60 до +70
Относительная влажность при 40 °С, %	93

Биноклярный ПНВ состоит из двух каналов, в каждом из которых находится: объектив, ЭОП (усилитель яркости), сетка и склейка окуляров.

Внешний вид биноклярного ПНВ представлен на рисунке 4.

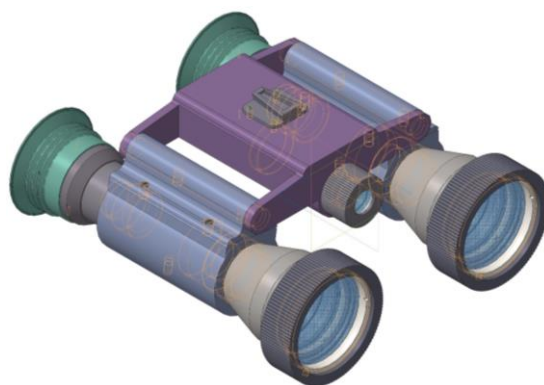


Рис. 4. Внешний вид биноклярного ПНВ

Некоторые оправы фиксируются винтами, оправу окуляра можно свободно перемещать. На рисунке 5 изображен один из каналов биноклярного ПНВ, моделирование которого выполнялось с учетом схем [16–20].



Рис. 5. Модель биноклярного ПНВ в разрезе

Корпус бинокулярного ПНВ состоит из нескольких частей:

- основание, на котором находится крепление и место для видоискателя;
  - оправы, позволяющие фиксировать каналы бинокулярного ПНВ;
  - дополнение к оправам, которые держат эти оправы за счет четырех винтов;
  - винтовой механизм, соединяющий основание и оправы каналов [12, 13].
- На рисунке 6 показано основание корпуса бинокулярного ПНВ.

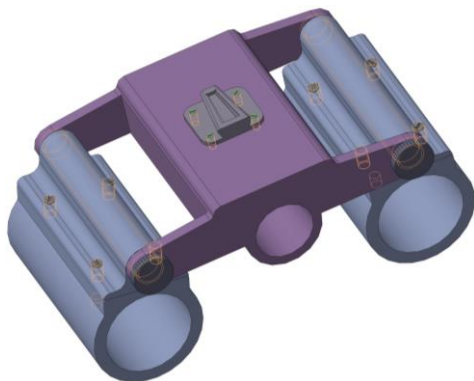


Рис.6. Основание корпуса бинокулярного ПНВ

В видоискателе находятся блок питания и ИК-осветитель. На рисунке 7 представлен видоискатель.

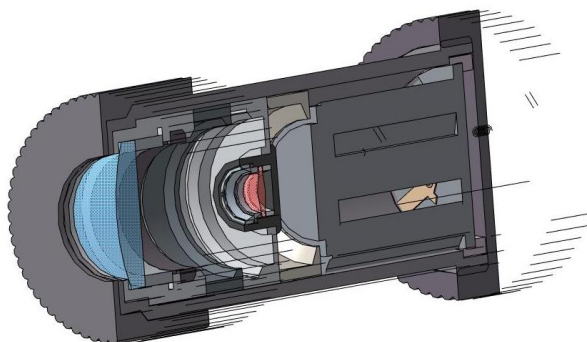


Рис. 7. Видоискатель ПНВ

### *Заключение*

Программа «КОМПАС-3D» предоставляет широкие возможности для работы с трехмерными моделями. С ее помощью можно проектировать детали любой сложности, создавать сборочные единицы, проводить анализ прочности и динамики конструкций, а также генерировать производственную документацию.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приборы ночного видения для охоты. Статья. [Электронный ресурс]. URL: [https://opticstrade.com/articles/vse-o-priborah-nochnogo-videnia/..](https://opticstrade.com/articles/vse-o-priborah-nochnogo-videnia/)

2. Поколения приборов ночного видения. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://allammo.ru/blog/pokolenija-priborov-nochnogo-videniya/>.
3. Как работают приборы ночного видения. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://военорг.москва/articles/kak-rabotayut-pribory-nochnogo-videniya/>.
4. Приборы ночного видения. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.vrsystems.ru/stati/pribori\\_nochnogo\\_videniya\\_novix\\_pokolenii.htm](https://www.vrsystems.ru/stati/pribori_nochnogo_videniya_novix_pokolenii.htm).
5. АО «НПЗ». Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.npzoptics.ru/about/> 24.04.2024.
6. М.Я. Кругер, В.А. Панов, В.В. Кулагин, Г.В. Погарев, Я.М. Кругер, А.М. Левинзон, Справочник конструктора оптико–механических приборов. – Москва: Красный печатник, 1963. – 377 с.
7. Наглазники для оптических прицелов. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://fb.ru/article/487854/2023-naglazniki-dlya-opticheskikh-pritselov-kak-vyibrat-luchshiy-variant>.
8. КОМПАС-3D [Электронный ресурс]. URL: <https://kompas.ru/> 24.04.2024
9. . А. Д. Галиуллин, Е. А. Никифорова, И. В. Парко, Сравнительный анализ систем автоматизированного 3D-проектирования. //Молодежь. Инновации. Технологии Том 7 №1 –Новосибирск: СГУГиТ, 2023. – 20 с.
10. ГОСТ Р 7.05 –2008. [Электронный ресурс]. URL: [file:///C:/Users/Виктория/Downloads/doc\\_291tu.pdf](file:///C:/Users/Виктория/Downloads/doc_291tu.pdf)
11. И.П. Шишкин, 2011. Патент RU 2 421 764 С1. [Электронный ресурс]. URL: [https://rusneb.ru/catalog/000224\\_000128\\_0002421764\\_20110620\\_C1\\_RU/](https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0002421764_20110620_C1_RU/).
12. АО «Катод». Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://katodnv.com/about-company/> 24.04.24
13. В.Н. Чуриловский, Теория оптических приборов – Москва: Машиностроение, 1966. – 271 с.
14. И.А. Грейм, Элементы проектирования и расчет механизмов приборов. Ленинград: Машиностроение, 1972. – 216 с.
15. В.В. Кулагин, Основы конструирования оптических приборов. Учебное пособие для приборостроительных вузов. – Ленинград: Машиностроение, 1982. – 208 с.
16. Взгляд во тьме: как устроены приборы ночного видения. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://naked-science.ru/article/hi-tech/vzglyad-vo-tme-kak-ustroeny-pribory-nochnogo-videniya>.
17. Плотников, Варфоломеев, Пустовалов, Расчет и конструирование оптико–механических приборов. – Москва: Машиностроение, 1972. – 138 с.
18. И.Я. Левин, Справочник конструктора точных приборов –Москва: Оборонгиз, 1962. – 273 с.
19. Л. Мартин, Техническая оптика –издание физико –математической литературы, 1960. – 424 с.
20. Электронно-оптический преобразователь. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/c/elektronno-opticheskii-preobrazovatel-7af7e3>.

© В. Р. Костылева, М. П. Егоренко, 2024