

УДК 623-4

## ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИБОРА НОЧНОГО ВИДЕНИЯ PRINCIPLE OF OPERATION OF A NIGHT VISION DEVICE

А. В. Редьков

Научный руководитель – С. В. Сизиков, к.т.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

A. V. Redkov

Supervisor – S. V. Sizikov, Candidate of Technical Sciences, docent  
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в данной статье описан принцип работы самого популярного типа прибора ночного видения. Виды приборов и описание понятия “поколения”.*

***Abstract:** This article describes the operating principle of the most popular type of night vision device. Types of devices and description of the concept of “generation”.*

***Ключевые слова:** ПНВ, ЭОП, принцип работы ПНВ, принцип работы ЭОПа.*

***Key words:** NVD, image intensifier, principle of operation of NVD, principle of operation of the image intensifier.*

### Введение

Все мы знаем, человек, как существо, не имеет очень многих особенностей. Мы не умеем летать, плавать на дальние расстояния, не имеем толстой брони или чешуи, мы не можем видеть ночью. Но мы имеем нечто большее, это мощный интеллект. Благодаря которому мы смогли получить все эти особенности, хоть и искусственным путем. Самолеты, корабли, броня, приборы ночного видения. Про последнее и пойдет речь в этой работе. О том, как они устроены, какие виды есть и какие перспективы развития.

### Основная часть

Приборы ночного видения, далее ПНВ, появились в Германии, в середине Второй мировой войны. Первые устройства были громоздкими, действовали на расстоянии до 150 метров и не могли обойтись без подсветки инфракрасным прожектором. Они устанавливались на танках и помогали передвижению колонн. К концу войны появились более компактные устройства — мобильные ночные прицелы. Они работали на дистанциях до 100 метров и весили, вместе с батареями для осветителя, более 30 кг. Сейчас ПНВ меньше размером и эффективнее.

Разделим ПНВ на типы, по способу работы. Выйдет 4 вида. 1. Этот тип самый простой и самый дешевый. Его даже можно сделать самому. Это вид при котором работает фонарь с инфракрасным светом и этот свет фиксирует камера и выдает изображение, как будто вы светите обычным фонари-

ком в темноте.

2. Самый популярный и распространенный. Основан на усилении слабого света от звезд и луны с помощью электронно-оптического преобразователя (ЭОП).

3. Воспринимает тепловое излучение и создает видимую картинку разности температур – работает как тепловизор.

4. Использует полупроводниковую матрицу и передает изображение на жидкокристаллический дисплей, как сверхчувствительная видеокамера.

Рассмотрим принцип работы самого популярного вида ПНВ, а именно тип с электронно-оптическим преобразователем, далее ЭОП.

ПНВ – прибор, с сердцем в виде ЭОП. Его еще можно назвать фотоумножителем. При попадании небольшого количества света на чувствительный сенсор производится значительно больше света, чем попало. Благодаря чему, мы видим картинку. Для понимания как работает ПНВ разберемся в теоретической части.



Рисунок 1— Спектр оптического излучения

Свет можно разложить на спектр различных цветов, где каждый цвет соответствует фотону определенной длины волны. В ПНВ используется инфракрасное излучение, которое человек не видит. Попадая в прибор ночного видения, фотоны инфракрасного излучения достигают светочувствительной поверхности, называемой фотокатодом. Фотокатод по принципу работы чем-то похож на солнечные панели. Как и панели, он преобразует фотоны в электроны. Но заряд электронов мал.

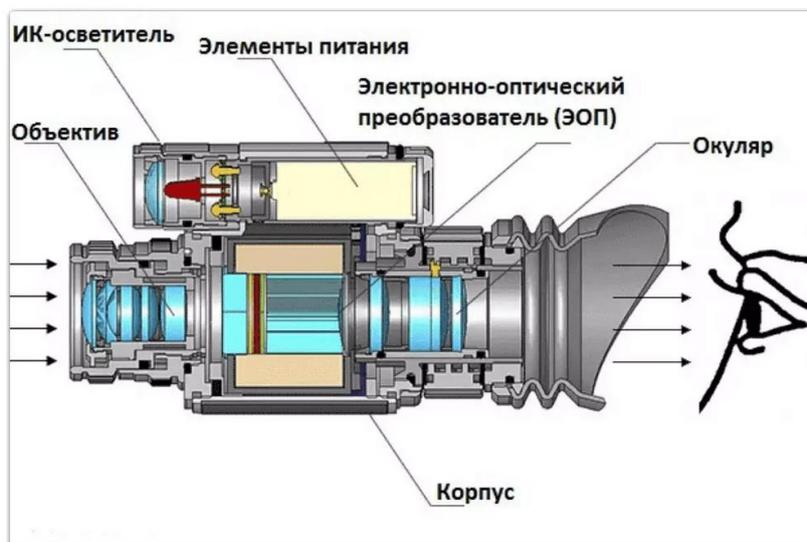


Рисунок 2 — схема ПНВ

Поэтому в дальнейшем они проходят через фотоумножитель, и умножаются на выходе. После этого огромное количество электронов устремляется к люминофорному экрану, где создают крошечные вспышки света, обратно преобразуются в фотоны, которые мы видим через линзы окуляра. На выходе фотонов намного больше, чем на входе. В результате получается гораздо более яркое изображение, чем то, что мы видим без усиления света.

Принцип работы ЭОПа

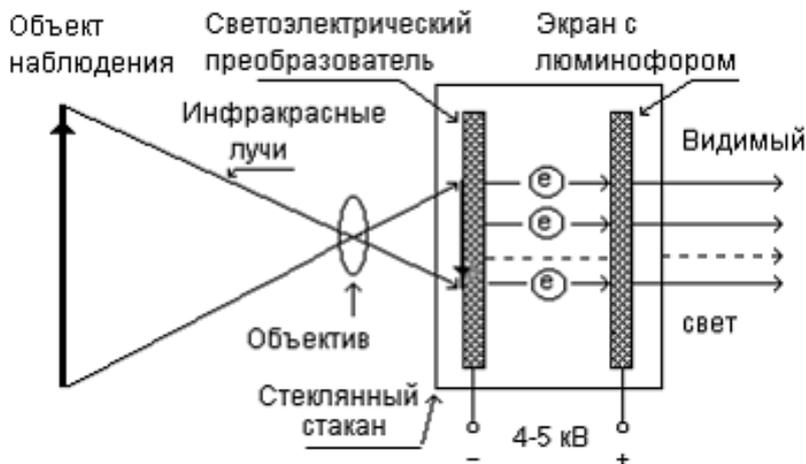


Рисунок 3 — Схема ЭОПа

Свет, отраженный от объекта наблюдения, собирается линзой объектива и направляется на фотокатод (на схеме – светозлектрический преобразователь). Попадая на фотокатод, фотоны выбивают из него электроны, которые разгоняясь в электрическом поле, попадают на экран с люминофором, от чего последний начинает светиться, создавая видимое глазу изображение. Из-за того что электроны разгоняются, при ударе о люминофор, они передают больше энергии, чем получили при выходе из фотокатода. За счет этого и происходит усиление яркости изображения. В ПНВ с ЭОП установлен приемник излучения и усилитель. По эффективности преобразователя выделяют три поколения таких устройств.

ПНВ ЭОП поколения 1, 1+. В основе работы лежит принцип электростатической фокусировки. Сигнал усиливается благодаря электронно-статическому преобразователю. Фотоны слабого света попадают на фотокатод. Образуются ускоряющиеся электроны, их энергия увеличивается за счет наведения электрополя в камере ЭОП. Для отображения картинка используется экран с люминофорным покрытием. О его поверхность удаляются ускоренные электроны, из-за чего поверхность вспыхивает в тех или иных местах, тем самым генерируя изображение. ПНВ, относящиеся к первому поколению, способны усиливать световую мощность до 500 раз. Уровень фоточувствительности фотокатода составляет до 200 мкА/л. Устройства при свете в четверть луны способны обеспечить наблюдение на расстоянии до 1000 метров. Рабочий ресурс оборудования равен примерно 1000 часов, далее происходит снижение чувствительности преобразователя, яркости и контрастности отображаемой картинка. Главное преимущество приборов

с ЭОП первого поколения - их низкая стоимость. Однако они отличаются слабым усилением света, по краям изображения наблюдается сильное искажение. Поскольку корпус ЭОП выполняется из стекла, устройства чувствительны к ударам и отдаче.

ПНВ ЭОП поколения 2, 2+. При изготовлении приборов ночного видения второго поколения применяются бипланарные ЭОП, то есть в них не используется электростатическая линза. На экран картинка с фотокатода транслируется путем прямого переноса. Микроканальная пластина усиливает свет. Применение МКП дает возможность получить усиление до 2500-3000 раз. Кроме того, приборы второго поколения не чувствительны к ярким вспышкам. Однако при использовании таких устройств стоит учитывать, что вокруг ярких источников света возникает гало. В таких устройствах предусмотрена автоматическая регулировка яркости свечения экрана, а также присутствует электронная защита от засветов фотокатода. ПНВ 2-го поколения обеспечивают хорошее качество изображения на всем поле, без искажений. Они подходят для низкой освещенности. Показатель чувствительности фотокатода – до 4000 мкА/лм. При свете в четверть Луны дистанция для наблюдения составляет до 500 метров. Рабочий ресурс устройства составляет примерно 3000 часов.

ПНВ ЭОП поколения 3, 3+. Конструкция ЭОП третьего поколения мало отличается от второго. Главная особенность — фотокатод из арсенида галлия. Он создает четкую, хорошо проработанную картинку на расстоянии до 500 метров при очень низкой освещенности, например, безлунной ночью, при свете звезд, в пасмурную погоду. Приборы третьего поколения почти не нуждаются в дополнительном источнике света. Это особенно ценится военными, которых ИК-подсветка демаскирует. Охотникам эти приборы не всегда подходят — на входе нет оптоволоконной пластины, защищающей от боковой засветки. Защита от бокового света появилась у поколения III+, причём яркость изображения снижается на том участке, где расположен яркий источник. Пользоваться приборами можно даже днем, но качество картинки будет значительно хуже. Это довольно дорогие изделия, для производства которых нужно 300 часов работы в вакуумной камере. Серийно изготавливают ПНВ поколения III+ лишь 3 завода в мире, один из которых — российское НПО Катод.

ПНВ ЭОП поколения 4. ЭОП 4 поколения уже разработаны, существуют, но практически недоступны на рынке. Они используют фотокатоды из арсенида галлия и сложную систему синхронизации напряжения. Это позволяет применять ПНВ в освещенных местах, без вреда зрению и самому прибору.

### **Заключение**

Первый прибор ночного видения появился в середине Второй мировой войны. Он был громоздким, работал не дальше 150 метров и не мог обойтись без подсветки инфракрасным прожектором. А так же картинка была не четкая и по краям искажалась. Сейчас пнв по габаритам как обыкновенный бинокль, а

весит не больше килограмма. В нем четко видно до 1000 метров и работать он способен более 8000 часов. Но данное направление не стоит на месте и продолжает развиваться. Этому свидетельствует 4 поколение. Но и после есть куда стремиться.

### Литература

1. История, виды ПНВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://opticstrade.com/articles/vse-o-priborah-nochnogo-videnia>. -Дата доступа 22.04.2024.

2. Принцип работы ПНВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nadzor.ua/blog/teplovizionnoe-oborudovanie/pribor-nochnogo-videnia-cto-eto-takoe-kak-rabotaet-skolko-stoit-i-mezdu-cem-vybirat>. -Дата доступа 22.04.2024.

3. Принцип работы ЭОПа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.optic4u.ru/info/articles/2016/vse-o-razlichiyakh-v-pokoleniyakh-eop/>. -Дата доступа 22.04.2024.

4. Поколения ПНВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://magnum.by/blog/kak-rabotaet-pribor-nochnogo-videniya-\(pnv\)](https://magnum.by/blog/kak-rabotaet-pribor-nochnogo-videniya-(pnv)). -Дата доступа 22.04.2024.