

ПРИБОРЫ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

Е.Десярев, А.Хохолин

Приборы ночного видения были и остаются одним из важнейших компонентов современных систем вооружений и военной техники. Авторы показывают, что Россия, исторически занимая ведущие позиции в развитии этого технического направления, имеет все шансы и сегодня не утратить в нем своего лидерства.

Приборы ночного видения (ПНВ) появились примерно в середине 30-х годов прошлого века. Наша страна с самого зарождения этого нового тогда еще направления техники выступала одним из мировых лидеров как в их разработке, так и в организации серийного производства. Известен, например, исторический факт изготовления партии ночных авиационных прицелов в экспериментальных мастерских Военно-воздушной инженерной академии им. Н.Е.Жуковского в далеком 1942 году.

В послевоенный период были созданы крупные НИИ и КБ, заводы по изготовлению необходимой компонентной базы и, прежде всего, основы этих приборов — электронно-оптических преобразователей (ЭОП). Совершенствовалась конструкция ЭОП: от громоздких стеклянных многокаскадных устройств с многощелочными фотокатадами до миниатюрных бипланарных приборов со встроенными источниками питания (рис.1).



Рис. 1. Многокаскадные ЭОП с мультищелочными фотокатадами, выпускавшиеся в 60-е годы прошлого века (два верхних) и современные ЭОП третьего поколения с GaAs-фотокатадами диаметром 25 и 18 мм (нижний ряд)

Самое активное участие в этом процессе принимал 22 Центральный научно-исследовательский испытательный институт Минобороны (22 ЦНИИИ МО) — как в формировании требований на разработку этих сложных изделий, так и в работе по обеспечению необходимой надежности, прочности, устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов, включая поражающие факторы ядерного взрыва. Институтом были разработаны научные основы формирования размерно-параметрических рядов, создания базовых конструкций унифицированных ЭОП новых поколений для перспективных приборов ночного видения и низкоуровневых телевизионных систем. Впервые удалось на практике внедрить программно-целевые принципы создания компонентов военной электроники (целевая программа "Инфравид-2005").

Важной вехой в развитии отечественной техники ночного видения стало освоение в промышленном производстве бипланарных ЭОП с полупроводниковыми фотокатадами (ЭОП третьего поколения). Первый ЭОП третьего поколения "Каликон" был освоен ОАО "Катод" (Новосибирск) в 1994 году. Организация промышленного производства параметрического ряда унифицированных ЭОП новых поколений

(поколения 2+ и 3) позволила предприятиям оптической промышленности разработать и освоить в серийном производстве ночные прицелы, пилотажные очки и наблюдательные приборы на уровне лучших мировых образцов (см. табл.). Дальность действия приборов ночного видения, поступающих в войска, была повышена в 1,4–1,5 раза, а масса снижена в 1,7–2 раза. Эта работа сотрудников 22 ЦНИИИ МО и ведущих разработчиков страны была отмечена Государственной премией РФ в области науки и техники. Разработчикам было чем гордиться: серийное производство ЭОП третьего поколения в то время смогли освоить только две страны в мире — США и Россия.

Дальнейшее развитие отечественной техники ночного видения (ЭОП четвертого поколения) было связано с повышением надежности и долговечности работы приборов, увеличением их чувствительности и разрешающей способности.

Вместе с тем, происходящая в мире информационная революция, связанная с внедрением цифровой техники и элементов искусственного интеллекта, не могла не затронуть и средства вооруженной борьбы. Существенно возросли возможности средств связи и управления войсками, систем высокоточного оружия и т.д. Необходимо было сформулировать перспективную концепцию дальнейшего развития приборов ночного видения. Тем более, что в связи с бурным развитием тепловизионной техники, прежде всего с созданием высокоэффективных малогабаритных приборов на основе неохлаждаемых микроболометрических и пирозлектрических матриц, в прессе стали появляться предположения о скором "закате" ночных приборов. Однако мы, активно интересуясь этими направлениями техники, не разделяем такую точку зрения, по крайней мере, на ближайшие 10–15 лет.

Создание ночной техники нового поколения в первую очередь связано с повышением вероятности обеспечения заданной дальности действия ПНВ. Она же, в свою очередь, определяется вероятностью необходимых уровней естественной ночной освещенности (ЕНО), прозрачности атмосферы, контрастов, применением организованных помех и средств маскировки целей. Повысить вероятность обеспечения требуемой дальности действия можно прежде всего за счет увеличения соотношения сигнал-шум на основе повышения чувствительности фотокатада. Для этого необходимо понизить уровень его собственных шумов, в том числе с помощью микроохладителей, внедрением специальных систем обработки изображений, а также использованием активно-импульсного режима работы ПНВ со стробированием по дальности. Перспективно и создание многоцветных (многоспектральных) ПНВ (рис. 2). Кроме того, важно учесть один из определяющих принципов в разработке современных вооружений — интеграцию функций разведки, управления и связи. Следовательно, пер-

спективные ПНВ должны быть способны передавать видимое изображение на пункт управления и принимать команды целеуказания и управления в реальном масштабе времени.

С учетом перечисленных свойств перспективный ПНВ можно определить как специализированную низкоуровневую телевизионную систему в миниатюрном исполнении, в которой ЭОП кроме выполнения функций основного усилительного элемента (модуля), включает в себя встроенный процессор обработки изображений, микродисплей, управляемый источник питания и приемопередатчик (рис.3). Все эти устройства должны быть реализованы, в отличие от существующих достаточно массивных низкоуровневых систем, в интегральном исполнении. На рис.4 приведена конструкция основного узла ЭОП – фотоприемного модуля на основе кремниевой электронно-чувствительной матрицы.

Предлагаемая схема построения ЭОП позволяет реализовать два принципиальных положения:

- качественно улучшить основные параметры ЭОП на основе последних достижений в области материаловедения, микрофотоэлектроники, оптики, микропроцессорной техники, техники связи и т.д.;
 - обеспечить передачу на пункт управления в реальном масштабе времени в автоматическом режиме видеoinформации от каждого бойца (члена экипажа и т.д.) на поле боя и получение им команд управления.
- Основные качественные показатели ЭОП пятого поколения:
- повышение отношения сигнал-шум и контраста изображения в 2–3 раза за счет применения усовершенствованных фотокатодов, микроканальных пластин и процессоров обработки сигналов;
 - возможность создания как интегрированных "традиционных" конструкций ЭОП, так и распределенных – с разнесением осей объектива и дисплея (для перспективной экипировки бойца);
 - возможность комплексирования с каналами, построенными на других принципах действия (лазерными, радиолокационными и др.) в бортовых системах объектов вооружения и военной техники (ВВТ);
 - роботизация ВВТ.

Кроме того, перспективна и осуществима задача создания параметрического ряда нескольких типов фотокатодов, чувствительных в различных спектральных диапазонах – от ультрафиолета вплоть до средней инфракрасной части спектра (3–5 мкм).

Важный вопрос – возможность серийно производить рассмотренные ПНВ и ЭОП на отечественных предприятиях. Выполненная нами



Рис.2. Современный двухспектральный ночной бинокль с активной подсветкой (образец любезно предоставлен Д.С.Соколовым)

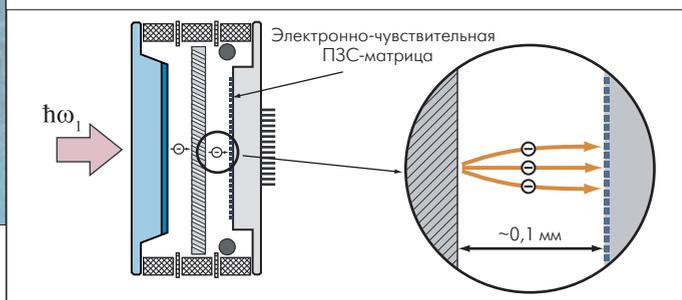


Рис.4. Фотоприемный модуль ЭОП пятого поколения

оценка показывает, что при условии финансирования запланированных НИОКР создание и испытание действующих образцов ЭОП пятого поколения возможно уже в 2005–2006 годах, освоение в промышленном производстве – к 2010 году. Оптимизм основан на том, что основные компоненты (прототипы) новых ЭОП уже существуют в виде образцов различной степени отработанности. Так, при моделировании и макетировании компонентов ЭОП пятого поколения в основном использовались отечественные GaAs-фотокатоды и вакуумные блоки от ЭОП третьего и четвертого поколений, кремниевые микроканальные пластины, полноформатные ПЗС-матрицы оригинальной конструкции, миниатюрные приемопередающие устройства. Из зарубежных компонентов были использованы OLED-микродисплей и процессоры обработки сигналов.

Для реализации программы создания ЭОП пятого поколения и других необходимых компонентов новых ПНВ в 22 ЦНИИИ МО разработаны предложения по унификации ЭОП, объективов, окуляров различного назначения на основе выбора единых (базовых) схем их построения, внедрения модульного принципа конструирования и разработки параметрического ряда унифицированных компонентов широкого применения. Их реализация позволит сконцентрировать средства на создании прогрессивных базовых технологий изготовления основных компонентов ЭОП и обеспечит эффективное их применение за счет высокой степени унификации и взаимозаменяемости.

Основные технические характеристики ЭОП различных поколений

Поколение ЭОП	2+	3	4	5
Чувствительность фотокатода, мкА/лм	450–600	1000–1300	1500–1800	>2000
Квантовая эффективность фотокатода, %	15–20	40	50	60
Предел разрешения, штр/мм	36–45	36–45	65–70	>80
Отношение сигнал/шум	25–35	40–55	150	>200
Яркость темного фона, кд/м ²	(1,5–6)·10 ⁻³	(1,5–6)·10 ⁻³	(3–5)·10 ⁻⁴	(1–3)·10 ⁻⁴
Динамический диапазон освещенности фотокатода, лк	5·10 ⁻³ –5·10 ⁻¹	10 ⁻³ –5·10 ⁻¹	10 ⁻³ –10 ³	10 ⁻⁴ –10 ⁵

Немаловажно, что разработаны планы проведения комплекса исследований, позволяющих уже на начальном этапе обеспечить высокую достоверность результатов и оценить технико-экономическую эффективность разработок ЭОП. Эти исследования базируются на гармоничном сочетании физических и вероятностно-статистических методов изучения свойств ЭОП на основе интегральных критериев оценки эффективности их применения в реальных условиях эксплуатации.

Таким образом, можно прогнозировать, что при реализации разработанных планов создания ЭОП пятого поколения, вероятность чего высока, к 2010 году Россия снова выйдет в мировые лидеры по технике ночного видения. В заключение мы выражаем благодарность доктору технических наук, профессору Александру Сергеевичу Терехову за помощь в подготовке материалов статьи.

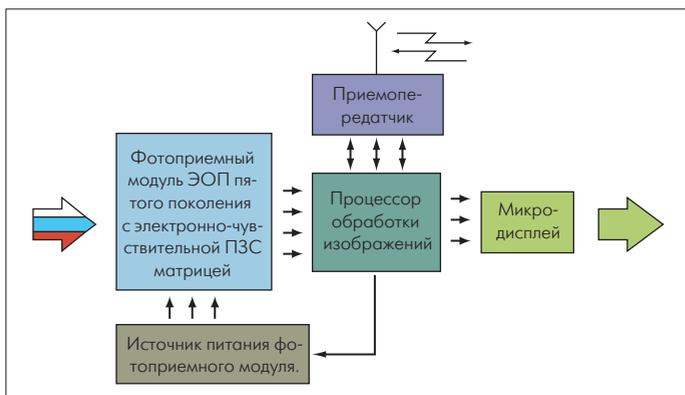


Рис.3. Блок-схема ЭОП пятого поколения