

**Оптико-механічний коледж
Київського національного університету імені Тараса Шевченка**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ОМК**

_____ Т. Г. Колесник

«__» _____ 2020 р.

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

**ДО ТЕМИ: «ПРИЛАДИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ, ВІЗУВАННЯ І
ПРИЦІЛЮВАННЯ»**

З ДИСЦИПЛІНИ: «ОПТИЧНІ І ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ПРИЛАДИ»

для спеціальностей: 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»,
153 «Мікро- та наносистемна техніка», 171 «Електроніка»

Підготував: Сокурєнко О.М.

Затверджено на засіданні ЦК
спеціальних оптичних дисциплін

Протокол №

Від «__» _____ 2020 р.

Голова циклової комісії:

_____ О. М. Сокурєнко

ЗМІСТ

1 Основні відомості	3
2 Тактико-технічні вимоги до військових приладів	6
3 Перископи	7
3.1 Перископ атаки	8
3.2 Зенітний перископ	9
4 Артилерійська панорама	10
5 Оптичні приціли	11
5.1 Оптичний приціл гвинтівки	11
5.2 Танковий телескопічний шарнірний приціл	13
6 Прилади нічного бачення	14
6.1 Нічний бінокль	18
6.2 Нашлемний нічний бінокль	18
6.3 Нічні приціли	18
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	20

1 Основні відомості

Прилади спостереження призначені для розгляду і розпізнавання віддалених об'єктів.

Вимоги до приладів спостереження:

- велике збільшення;
- достатнє поле зору;
- хороша якість зображення;
- зручність в користуванні.

Візирні прилади (візир) служать, крім спостереження, ще й для визначення з достатньою точністю напрямлення на об'єкт спостереження щодо будь-яких орієнтирів. Тому, крім вимог, що пред'являються до приладів спостереження, до візирних пред'являються ще й вимоги до точності вимірювання кутів.

Вертикальні кути вимірюються від горизонтальної площини вгору (позитивні кути) і вниз (негативні).

Азимутами – це горизонтальний кут, що вимірюється від напрямку північ–південь і об'єктом спостереження за годинниковою стрілкою. Межі вимірювання азимутів від 0 до 360 °.

Румбам – називаються кути, виміряні від північного або південного кінця магнітної стрілки і орієнтовані по сторонах світу словами або написами. Румби відраховуються в межах від 0 до 90°. Вимірювання можуть вестися також від будь-якого іншого напрямку, прийнятого за основний.

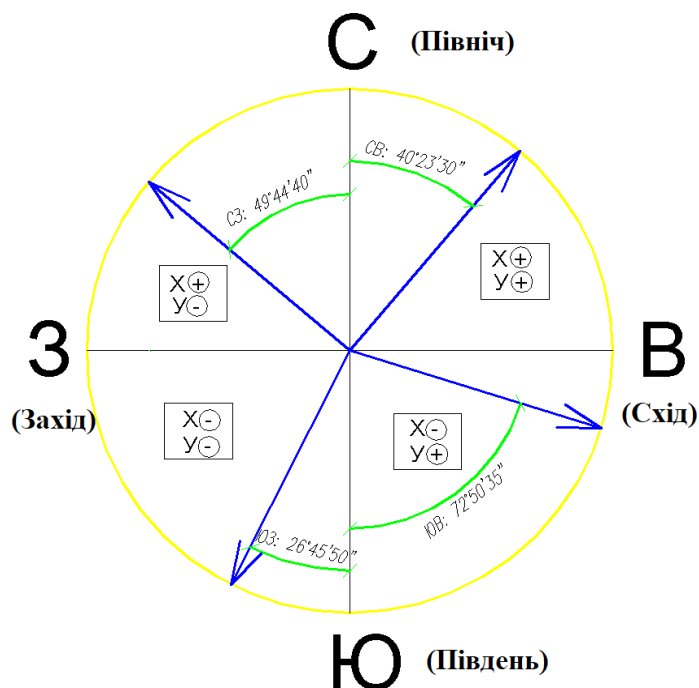


Рисунок 1 – Румби

Тисячна дистанції – одиниця виміру кутів у військовій практиці. В цій системі коло ділиться не на 360 градусів, а на 6000 частин. Кут, який спирається на дугу, рівну 1/6000 частини кола, прийнятий за одиницю вимірювання кутів.

Для кола, радіус якого D (дистанція до цілі), довжина дуги, що відповідає одній тисячній дистанції, укладається в радіусі D приблизно 1000 разів. (точніше $2\pi D/6000=6,28D/6000=1,047D/1000$). У градусній мірі кожне такий поділ відповідає 3,6'.

За допомогою тисячних легко і швидко можна подати команду. Число тисячних розбивають на дві групи цифр: в першій вказують сотні тисячних, в другій – десятки і одиниці тисячних. Наприклад, 11-33, 50-09, що відповідає 1133 тисячним і 5009 тисячним дистанції.

Шкали військових кутомірних приладів бувають двох типів:

- на одних шкалах 60 поділок – великих тисячних, що показують дві перші цифри кута,
- на інших шкалах 100 поділок, що показують дві останні цифри кута.

Конструктивно отримання таких кутів забезпечується черв'ячним механізмом з 60 зубами на черв'ячному колесі і однозаходним черв'яком. Перша шкала буде пов'язана з черв'ячним колесом, а друга – з барабаном черв'яка.

За допомогою даної системи вимірювання кутів можна вирішити завдання визначення дистанції. Спостерігач бачить об'єкт, розмір якого відомий і дорівнює l м. Визначена кутова величина цього об'єкта в тисячних дистанції дорівнює n .

Дистанція до цього об'єкта:

$$D = \frac{l1000}{n} \text{ м.}$$

Кутову величину предмета можна визначити, направивши на його краї візирну лінію кутомірного приладу і взявши різницю відліків по шкалах, або скористатися кутомірною сіткою оптичного приладу. Кутومیрна сітка має поділ через 0-05 або 0-10 (рис. 2).

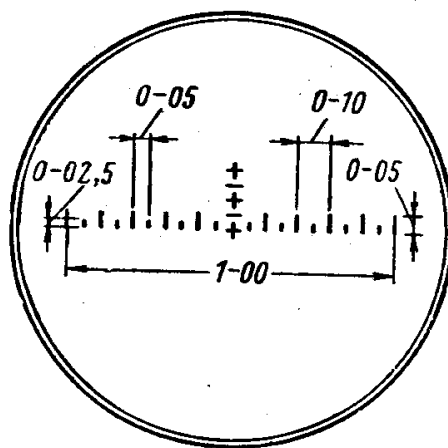


Рисунок 2 – Кутومیрна сітка бінокля

Справжні лінійні розміри предметів повинні бути відомі; наприклад, відомі розміри танків, довжина фюзеляжу літака, розмах його крил.

До наглядних і кутомірних приладів відносяться:

- біноклі;
- бусолі;
- стереотруби;
- перископи;
- панорамні візири.

Приціли – прилади, що дозволяють виконувати прицілювання. Прицілювання – процес наведення гармати таким чином, щоб траєкторія польоту снаряду пройшла через ціль. На снаряд відразу після вильоту його з гармати починають діяти сили (тяжіння, опір повітря), що відхиляють його від первісного напрямку. В результаті траєкторія снаряду матиме вигляд кривої, дотична до початкової частини якої (вісь каналу ствола) повинна бути піднята над лінією візування на ціль на кут α (рис. 3).

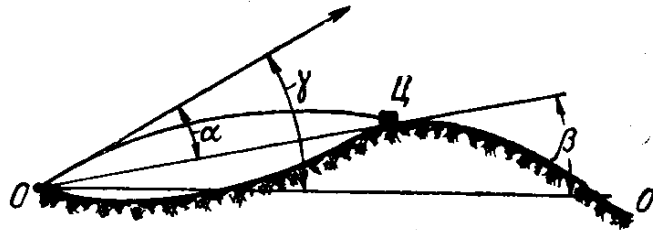


Рисунок 3 – Вертикальні кути:

β – кут місця цілі, α – кут прицілювання, γ – кут піднесення

Кут прицілювання α – кут, складений напрямком на ціль і віссю каналу ствола гармати. Він залежить від дальності до цілі, балістичних властивостей гармати і снаряду.

Якщо ціль знаходиться не в одній горизонтальній площині з гарматою, то крім кута прицілювання, гарматі потрібно додатково надавати потрібний кут місця цілі.

Кутом місця цілі β називається кут, складений напрямком на ціль і горизонтальною площиною, що проходить через вісь цапф гармати.

Кут піднесення γ – сума кутів місця цілі і прицілювання.

За призначенням приціли діляться на:

- стрілецькі;
- мінометні;
- наземної ствольної і реактивної артилерії (мають одні й ті ж принципи побудови);
- танкові;
- зенітні;
- пристрої для прицілювання балістичних ракет.

Величини кутів наведення визначають за допомогою геометричної побудови – **прицільної схеми**, в якій враховуються параметри стрільби, дальність до цілі, швидкість переміщення цілі і підстави, на якій розташовано зброю, балістика снаряду, вплив середовища.

Прицільні схеми:

- *зброя та ціль нерухомі,*
- *зброя та ціль рухливі.*

Прицільні пристрої служать для наведення гармат на ціль по заздалегідь обчисленим даним або визначаються за допомогою самого прицільного пристрою вихідними даними для стрільби.

Вихідними даними для стрільби по видимим нерухомим цілям є:

- кут прицілювання;
- кут деривації снаряда.

Вихідними даними для стрільби по невидимим нерухомим цілям є:

- кут прицілювання;
- кут місця цілі;
- кут наведення в горизонтальній площині від орієнтира;
- кут деривації снаряда.

Для стрільби по рухомих цілях (з зенітних гармат), крім зазначених вихідних даних, повинні ще вводитися дані, що враховують параметри руху цілі (швидкість, напрямок польоту цілі і дистанцію до цілі). Для цього служать спеціальні зенітні приціли.

2 Тактико-технічні вимоги до військових приладів

Конструкторській розробці приладу повинно передувати складання тактико-технічних вимог, в яких повинні бути вказані:

- призначення приладу;
- умови експлуатації;
- вимоги до точності;
- оптичні характеристики;
- вимоги до електричних пристроїв;
- вимоги до міцності і надійності;
- вага і габарити;
- спеціальні вимоги.

Більшість військових приладів працює в різних атмосферних умовах, при різних температурах і вологості, великому перепаді тисків (авіаційні прилади).

Наприклад,

- польові прилади: $\pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- морські: від $+ 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $- 40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- авіаційні: від $+ 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $- 60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Швидке охолодження приладів може викликати:

- ✓ запотівання оптики;
- ✓ розклеювання склеєних оптичних деталей;
- ✓ зростання зусиль у рухомих частинах (деякий загушення мастила і зменшення

- ✓ зазорів);
- ✓ погіршення точності;
- ✓ зміна опорів електричних ланцюгів.

Для запобігання несприятливого впливу охолодження в конструкціях приладів передбачають обігрівальні пристрої (особливо для запобігання від запотівання захисного скла). Нагрівання менше позначається на роботі приладів (при наявності правильно підібраних матеріалів і мастила). Несприятливо нагрів позначається на електронних пристроях (напівпровідникові елементи з германію, фотопомножувачі і фотоеlementи).

Значна частина військових приладів (прицілів) встановлюється безпосередньо на гарматних або ракетних установках. Вони повинні безвідмовно працювати при виникаючих прискореннях (ударах, поштовхах). Наприклад, при пострілах прискорення може досягати 50...100 g. Всі морські і особливо авіаційні прилади піддаються тривалим вібраціям. Тому до них висуваються вимоги щодо до міцності і відсутності розлаштувань.

Для того щоб волога і пил не проникали в прилади їх роблять волого і пилозахищеними, застосовують осушувальні пристрої (осушувачі постійної дії – патрони з силікагелем і клапани для періодичної осушки-продувки сухим повітрям).

Прилади, що працюють у водному середовищі (морські перископи), робляться герметичними, для їх виготовлення застосовуються антикорозійні матеріали і покриття.

В процесі виготовлення і контролю на заводах прилади проходять комплекс перевірок та випробувань в різних умовах експлуатації. Випробування проводяться в спеціально обладнаних камерах на імітаційних пристроях і стендах.

Оптичні схеми значної частини військових приладів є телескопічними системами (прилади для спостереження, приціли). Збільшення приладів для спостереження земних об'єктів здебільшого не перевищує $6^{\times} \dots 12^{\times}$, а в окремих випадках, з насадками, досягає 20^{\times} . Виняток становлять далекоміри, у яких збільшення досягає 30^{\times} . Поле зору військових приладів велике: від 4° до 10° . Діаметри зіниць виходу 3...7 мм. Спостережні прилади повинні мати діоптрійну наводку окуляра в межах ± 5 діоптрій.

У тактико-технічних вимогах вказуються допуски на характеристики і якість системи. Військові прилади повинні мати досить прості органи управління і шкали з інтервалами більше 1-2 мм і товщиною штриха не менше 0,3 мм.

Застосування ноніуса і оптичних відлікових пристроїв не допускається.

3 Перископи

Перископ підводного човна є оптичний прилад, виконаний у вигляді труби великої довжини. Відстань між осями окулярної і головний частин називається **перископічністю**.

З човна виступає частина перископа, довжина якої коливається в залежності від занурення від 1,5 до 4 м, а над водою виступає лише тонка головна частина довжиною 300...400 мм. Діаметр шийки головної частини перископа атаки становить 31 мм, у зенітного – 60...80 мм. Шийка головки необхідна для зменшення

буруна, що виникає у перископа при русі підводного човна.

Труба перископа робиться з нержавіючої хромо-нікелевої сталі. Захисне скло і зовнішні труби повинні витримувати великі тиски (>30 атмосфер).

Вага перископів досягає 600 кг і більше. Тому для підйому і опускання перископів застосовуються спеціальні підйомні пристрої типу лебідки, зубчасті передачі з моторним приводом, гвинтові передачі або гідравлічні приводи.

Перископи підводного човна виконують функції декількох оптичних приладів, а саме:

- спостережних приладів;
- приладів для торпедної стрільби;
- навігаційних приладів;
- далекомірів;
- прицілів.

Типи перископів:

- *командирський перископ (перископ атаки);*
- *зенітний перископ;*
- *спеціальний перископ.*

Перші два типи перископів встановлюють на кожному підводному човні, останній – тільки на великих підводних човнах в якості третього додаткового приладу.

Перископ атаки використовується для спостереження за горизонтом в зануреному стані човни, для визначення відстані до цілі, курсового кута, швидкості цілі і інших параметрів.

Зенітний перископ служить для спостереження як надводних, так і повітряних цілей переважно в нічних умовах. Він також використовується як навігаційний прилад для визначення місцезнаходження човна по небесним світилам.

Спеціальні перископи, що встановлюються на великих підводних човнах, призначаються для вирішення навігаційних завдань з високою точністю.

3.1 Перископ атаки

Оптична система **перископа атаки** (рис. 4) складається з головної призми 1, об'єктива 2, трьох обертаючих лінзових систем I, II і III, колективів 4 і 5 і окуляра 7 з окулярної призмою 6.

Змінне збільшення 1,5 і 6^x. Зміна збільшення в цій схемі здійснюється переміщенням лінзи 3 в положення 3а, а в інших схемах – введенням телескопічної системи Галілея перед об'єктивом перископа.

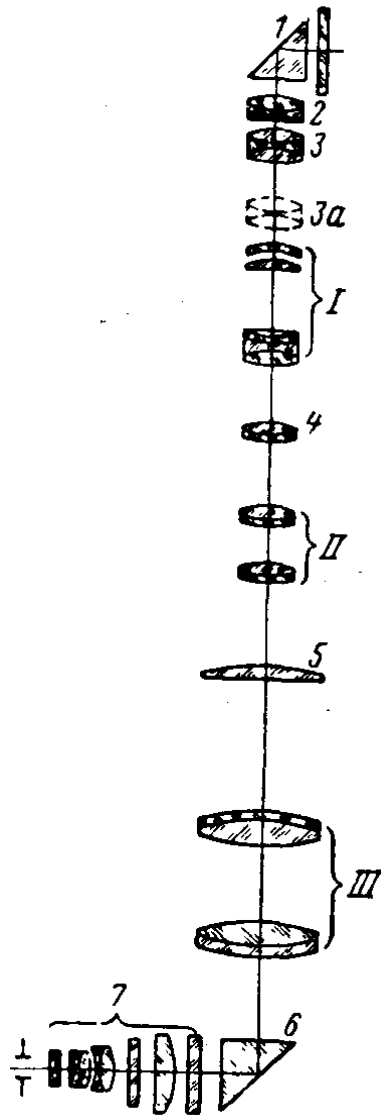


Рисунок 4 – Оптична схема перископа атаки: 1 – головний призма, 2 – об'єктив, 3 і 3а – рухома лінза, 4 – перший колектив, 5 – другий колектив, 6 – окулярна призма, 7 – окуляр, I – перша обертаюча система, II – друга обертаюча система, III – третя обертаюча система

3.2 Зенітний перископ

Оптична схема *зенітного перископа* показана на рис. 5 і відрізняється від командного тим, що в якості головної призми використовується призма-куб 2, захисним склом служить сферичний ковпак 1.

Для компенсації оптичної сили сферичного захисного скла між призмою 2 і ковпаком 1 розміщена позитивна лінза 10, яка при повороті призми 2 переміщується за дугою, центр якої збігається з віссю обертання головної призми, на кут, в два рази більший, ніж кут повороту призми-куб .

Перископи мають два окуляра:

1. Для спостереження;
2. Для визначення дистанції до цілі і курсового кута цілі.

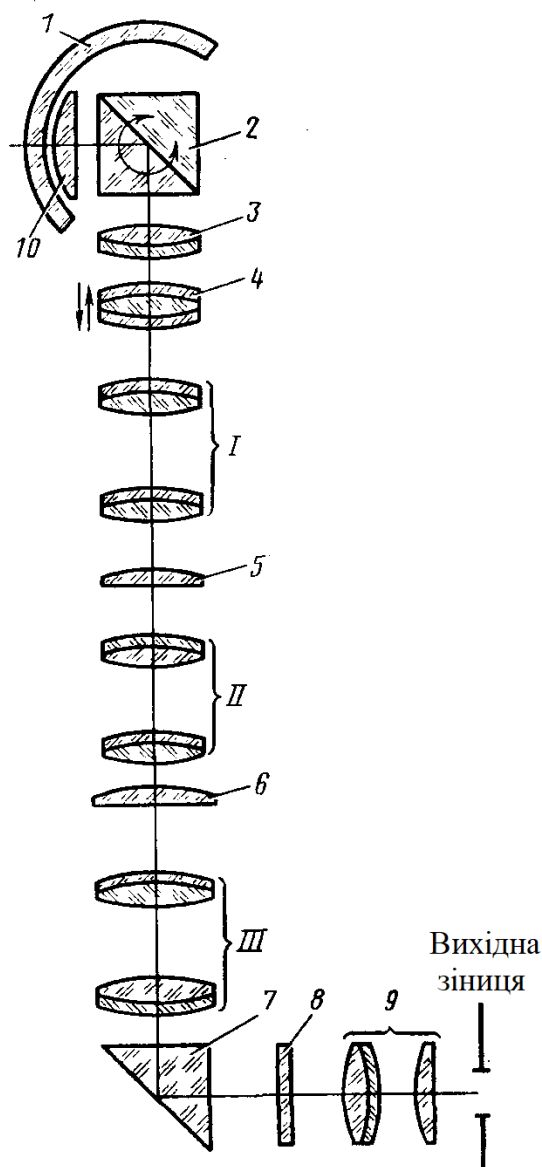


Рисунок 5 – Оптична схема зенітного перископа

4 Артилерійська панорама

Гарматна панорама є кутомірним приладом для прицілів наземної артилерії і призначена для наведення гармати.

Оптична система **панорами** (рис. 6) складається із захисного скла 1, призми-відбивача 2, призми Дове 3, об'єктива 4, призми з дахом 5, сітки з перехрестям 6 і окуляра 7. Призма Дове служить для компенсації повороту зображення, що виходить при обертанні головної призми в горизонтальній площині. Для компенсації повороту зображення призма Дове повинна повертатися разом з головкою панорами, але кут повороту її повинен бути в два рази менше кута повороту головки.

Оптичні характеристики панорами: $\Gamma=4^\circ$; $2\beta=10^\circ$; $D'=4$ мм; $p'=18-20$ мм.

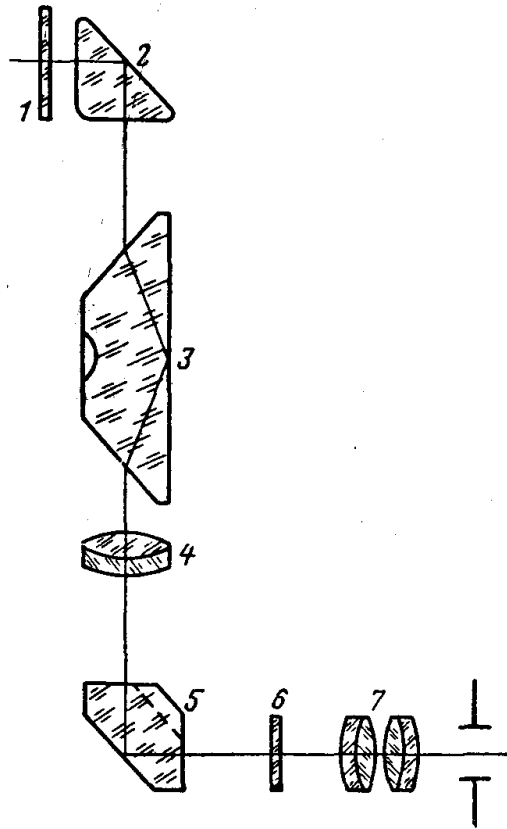


Рисунок 6 – Схема оптики панорами: 1 – захисне скло, 2 – головна призма, 3 – призма Дове, 4 – об’єктив, 5 – призма с дахом, 6 – сітка, 7 – окуляр

5 Оптичні приціли

5.1 Оптичний приціл гвинтівки

Оптичний приціл гвинтівки служить для точного прицілювання по індивідуальним цілям, кутові розміри яких невеликі, а відстані до них лежать в межах 2000 м. Приціл працює зі снайперською гвинтівкою, на яких кріпиться жорстко за допомогою кронштейнів і гвинтів таким чином, щоб оптична вісь була паралельна осі каналу ствола. Приціл забезпечує більшу точність прицілювання, ніж механічний приціл, а також дає можливість спостерігати ціль зі збільшенням.

Оптичний приціл являє собою телескопічну трубу Кеплера з лінзовою обертаючою системою.

Основні характеристики прицілу: $\Gamma=3,5^{\times}$; $2\beta=4^{\circ}30'$; $D'=6,5$ мм; $p'=72$ мм; $L=100\ldots1300$ м.

Конструкція **оптичного прицілу** представлена на рис. 7.

Він складається з об’єктива 1, механізму сітки 3, що складається з барабанів кутів прицілювання 2 і бічних поправок, що обертає системи 4 і окуляра 5. Окуляр не має діоптрійного наведення і встановлений жорстко на (-1 дптр). Для запобігання ока стрільця від удару при віддачі гвинтівки зіницю виходу віддалено від останньої поверхні окуляра на 72 мм.

Всі вузли монтуються в одній цільній сталевій трубці, оптичні деталі кріпляться завальцюванням. Різьбові деталі ставляться на замазці, гвинти механізму

сітки мають сальникові прокладки. Всі стопорні гвинти поставлені на спеціальній замазці.

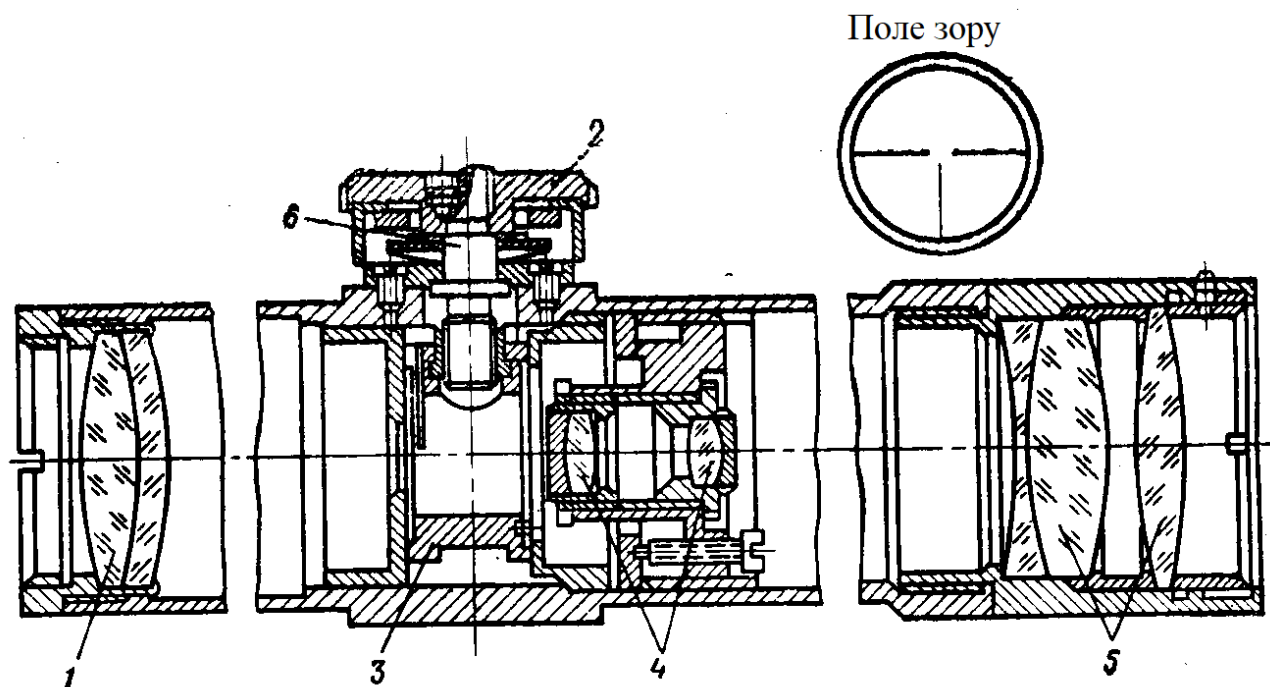


Рисунок 7 – Оптичний приціл гвинтівки: 1 – об'єктив, 2 – барабан кутів прицілювання, 3 – сітка, 4 – обертаюча система, 5 – окуляр, 6 – гвинт

Сітка приладу (рис. 8) складається з кільця і припаяних до нього нікелевих дротиків діаметром 0,2 мм. Сітка може рухатися вгору і вниз для введення кутів прицілювання, відповідних дистанцій в межах від 100 м до 1300 м, і вправо-вліво для введення бічних поправок.

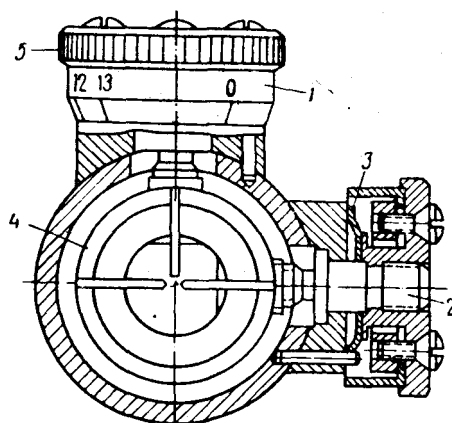


Рисунок 8 – Сітка прицілу гвинтівки: 1 – барабан кутів прицілювання, 2 – гвинт, 3 – пружина, 4 – сітка с нитками, 5 – барабан бічних поправок

Бічні поправки вводяться на рух цілі, на вітер і деривацію. Розрив ниток по горизонту відповідає куту 0-07 і служить для визначення дальностей до цілей, розмір яких відомий.

Механізм сітки складається з двох гвинтових пар 6, гвинти яких здійснюють тільки обертальний рух, а гайки тільки поступальний. Рух однієї гайки не заважає руху іншої, так як гайки мають форму повзунків, які переміщуються за своїми Т-образними пазами.

5.2 Танковий телескопічний шарнірний приціл

Танкові оптичні прилади виконують завдання спостереження, візування і прицілювання. Вони обслуговують весь танковий екіпаж: водія, стрілка і командира.

Гармата закріплена в башті танка, в так званій «масці», яка може нахилитися на певні кути в вертикальній площині. У горизонтальній площині знаряддя повертається разом з баштою танка.

Пряме наведення гармати на ціль, а також спареного з нею кулемета проводиться за допомогою танкового телескопічного шарнірного прицілу.

Приціл також кріпиться в масці і разом з нею нахиляється на потрібні кути місця цілі. Оскільки довжина нармати від маски до казенної частини досить велика, прилад також повинен мати велику довжину. При нахилі гармати на кут місця цілі окуляр прицілу повинен описувати дугу великого радіусу, а слідом за ним повинен переміщатися навідник. Цей недолік усунуто в шарнірному прицілі.

Приціл ТШ (рис. 9) складається з трьох основних частин: жорстко закріпленою з гарматою головною рухомою частиною *I*, в якій розташований об'єктив і прицільна сітка; нерухомою окулярної частини *III*, прикріпленої через тягу до кришки башти і зв'язує обидві ці частини шарнірного механізму *II*.

Оптична схема **прицілу ТШ** приведена на рис. 9.

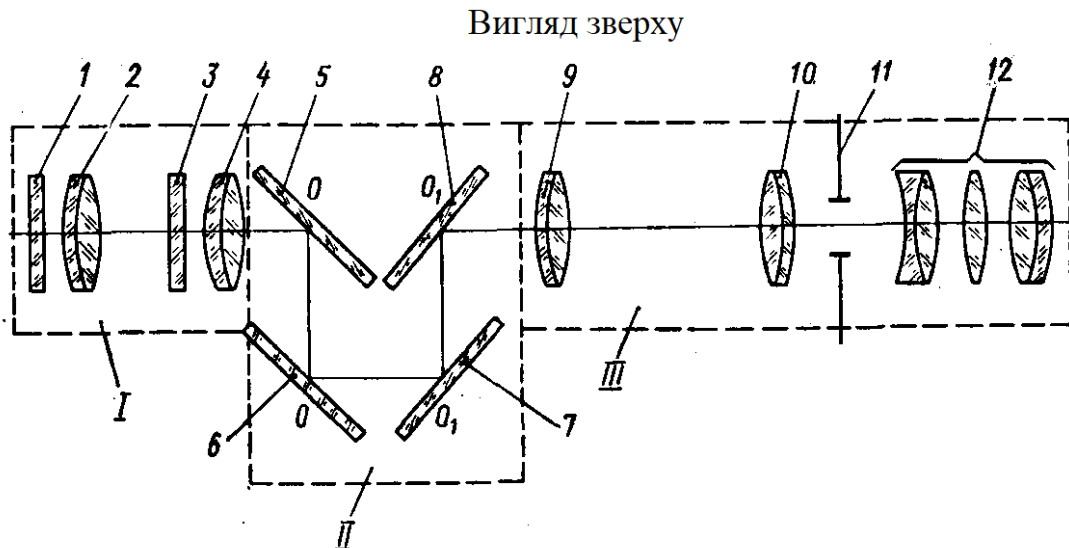


Рисунок 9 – Оптична схема танкового прицілу: *I* – захисне скло, *2* – об'єктив, *3* – сітка, *4* – колектив, *5, 8* – рухомі дзеркала, *6, 7* – нерухомі дзеркала, *9, 10* – обертаюча система, *11* – польова діафрагма, *12* – окуляр

Приціл складається з захисного скла *1*, об'єктива *2*, сітки *3*, встановленої в фокальній площині об'єктива, колективу *4*, дзеркал оптичного шарніра *5, 6, 7, 8*, лінзової обертаючої системи *9, 10*, діафрагми поля зору *11*, окуляра *12*. Збільшення складає 4^{\times} , кутове поле $2\omega=16^{\circ}$. Особливістю даної схеми є наявність оптичного шарніра. При нахилі дзеркала *5*, що знаходиться в головній частині прицілу, навколо осі *OO* відбувається нахил зображення. Дзеркала *6* і *7*, жорстко з'єднані між собою, при нахилі головної частини повертаються відповідно навколо осей *OO* і *O₁O₁* на

Кути прицілювання встановлюють по прицільних шкалами і прицільним маркам, нанесеним на сітці 3 (див. Рис. 10) і видимим в поле зору прицілу.



Установка кутів прицілювання здійснюється рукояткою, розташованою під окуляром прицілу. Механізм сітки складається з трьох систем направляючих, дві з яких служать для горизонтальної та вертикальної вивірок, а третя – для введення кутів прицілювання. Сітка може бути підсвічена.

Головна частина прицілу, закріплена в масці танка, повинна гойдатися відносно нерухомої окулярної частини. При хитанні поворот зображення компенсується роботою системи чотирьох дзеркал, що носять назву оптичного шарніра. Дзеркало 5 пов'язано з передньою частиною прицілу і повертається разом з нею на кут місця цілі. Блок дзеркал 6 і 7 повертається при цьому на половину кута нахилу першого дзеркала і компенсує нахил зображення, що виходить від повороту об'єктивної частини. Дзеркала 5 і 8 пов'язані між собою зубчастими секторами. Головна частина прицілу має обігрівач для запобігання запотівання захисного скла при охолодженні.

Для забезпечення можливості спостереження в нічний час застосовуються **прилади нічного бачення** (ПНБ), що працюють в найближчій інфрачервоній (ІЧ) області спектра. ІЧ випромінювання є невидимим для ока. Прилади, що працюють в ІЧ області спектра, використовують зазначені невидимі промені.

14

випромінює ІЧ промені. Інтенсивність випромінювання нагрітого тіла залежить від температури. Відповідно до закону Стефана-Больцмана інтенсивність випромінювання пропорційна четвертій ступеню температури T .

$$E = \sigma T^4,$$

де σ – постійна Стефана-Больцмана, чисельно дорівнює $5,67 \cdot 10^{-12}$ Вт/см² · град.

Довжина хвилі, що відповідає максимуму випромінення, визначається законом зміщення Галіцина–Віна:

$$\lambda_m = \frac{2898}{T}, \quad (7.1)$$

де λ_m – довжина хвилі в мікронах; T – абсолютна температура, тобто температура, відрахована від абсолютного нуля.

По формулі (7.1) легко визначити довжину хвилі, що відповідає максимуму випромінення при різних температурах.

Прилади нічного бачення використовують довжину хвилі ІЧ випромінювання близько 1 мкм. Їй відповідає температура

$$T = \frac{2898}{\lambda_m} = 2898^\circ \text{ K},$$

або

$$t^\circ \text{ C} = T - 273,2^\circ = 2623,8^\circ.$$

Максимум випромінювання природних тіл, що мають температуру близько 20 °С, буде лежати в області довжин хвиль

$$\lambda_m = \frac{2898}{293,2} = 9,9 \text{ мкм}.$$

Навіть тіла, нагріті до температури 500 °С (різні нагріті частини двигунів), будуть випромінювати ІЧ промені з довжиною хвилі

$$\lambda_m = \frac{2898}{773,2} = 3,7 \text{ мкм}.$$

Отже, для ПНБ не може бути використано природне теплове випромінювання. Тому нічне бачення здійснюється за допомогою спеціальних ІЧ освітлювачів (прожекторів). Більшість ПНБ працює зі штучним підсвічуванням цілі. Такі прилади називаються **приладами активної дії**.

Поряд з приладами активної дії є ПНБ, оснащені високочутливими приймачами ІЧ випромінювання, дозволяють здійснити нічне бачення без штучного освітлення цілі ІЧ освітлювачами. Такі прилади називаються **приладами пасивного дії**.

Так як прилади нічного бачення використовують невидимі ІЧ промені, то очевидно, що зображення, утворене такими променями, має бути перетворено в видиме. Це перетворення здійснюється за допомогою **електронно-оптичних перетворювачів (ЕОП)**.

Невидиме зображення утворюється ІЧ променями за допомогою об'єктива. Видиме зображення, утворене ЕОП, розглядається за допомогою окуляра.

ЕОП може обертати зображення. Тому більшість ПНБ обертаючої системи не має.

ПНБ (рис. 11) складається з об'єктива 1, ЕОП 2 і окуляра 3.

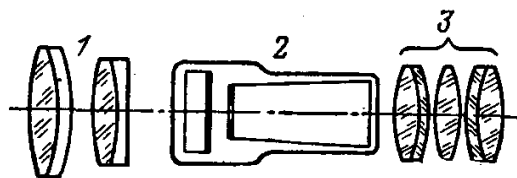


Рисунок 11 – Схема приладу нічного бачення: 1 – об'єктив, 2 – ЕОП, 3 – окуляр

Як об'єктивів використовуються світлосильні лінзові, дзеркально-лінзові або дзеркальні системи. Лінзи виготовляються зі звичайних сортів оптичного скла, так як оптичне скло прозоро для найближчої ІЧ області спектра (до 2,5 мкм). Об'єктиви та інші оптичні деталі, які стоять до ЕОП (в пучку ІЧ променів) розраховуються на довжину хвилі 0,95 мкм. Окуляри є ширококутні короткофокусні лупи. Тому конструкції окулярів для ЕОП є складними, багатолінзовими.

ЕОП (рис. 12) являє собою електровакуумний прилад, що складається з фотокатода 1, керуючих електродів 2 і флуоресціюючого екрану 3. Всі зазначені елементи змонтовані в скляному вакуумному балоні 4.

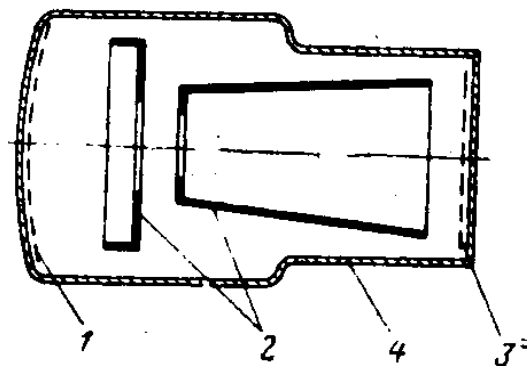


Рисунок 12 – Електронно-оптичний перетворювач:

1 – фотокатод, 2 – управляючі електроди, 3 – екран, 4 – вакуумний балон

Фотокатодом є світлочутливий шар, максимум чутливості якого лежить в ІЧ області спектра. Для ЕОП зазвичай використовуються киснево-цезієві фотокатоди з максимумом чутливості 0,76 мкм і довгохвильової границею 1,2 мкм.

Під впливом ІЧ випромінювання, що падає на фотокатод 1, останній починає випускати електрони. Таке випускання електронів під дією променевої енергії називається **фотоемісією**, а приймачі променистої енергії, у яких виникає фотоемісія – **приймачами з зовнішнім фотоефектом**.

Управляючі електроди 2 утворюють прискорює електростатичне поле, яке спрямовує потік електронів на екран 3. При цьому форма електродів і потенціал, що прикладається до них, розраховані так, що траєкторії всіх електронів, що випускаються однією точкою фотокатода, перетинаються в площині екрану. Потік електронів як би фокусується електростатичним полем. Тому електростатичні поля,

утворені електродами при прикладенні до них потенціалів, називаються електронними «лінзами». Їх дія на потік електронів багато в чому еквівалентна дії звичайних оптичних лінз. За допомогою зазначених електронних «лінз» на екрані утворюється вторинне електронне зображення предмета.

Під впливом потоку електронів, що падають на екран, останній починає світитися. Завдяки цій флуоресценції невидиме електронне зображення перетворюється у видиме. Так відбувається перетворення зображення, утвореного невидимими ІЧ променями в видиме.

Поряд з перенесенням зображення, електронні лінзи, також, як і оптичні лінзи, виконують обертання зображення і його збільшення. Тому на екрані ЕОП утворюється перевернуте зменшене зображення об'єкта (в ЕОП вигідніше застосовувати збільшення менше одиниці).

ЕОП є підсилювачами світла: яскравість зображення на екрані в кілька разів більше яскравості зображення на фотокатоді. Так, однокамерні ЕОП, виготовлені з киснево-цезієві фотокатодів, мають коефіцієнт посилення світла близько 20.

Для більшого посилення світла в приладах нічного бачення застосовують ***багатокамерні ЕОП***. В одному балоні багатокамерного ЕОП послідовно сполучено декілька камер. Зображення, що утворюється на першому екрані, контактено переноситься на другий фотокатод. Багатокамерні ЕОП забезпечують велике підсилення світла (від 700 до 2000) і мають досить високу чутливість.

У ***двокамерному ЕОП*** зображення обертається двічі, тому на другому екрані воно виходить прямим. Внаслідок цього прилади з двокамерними ЕОП потребують обертаючої оптичної системи. Чутливість двокамерних ЕОП ще недостатня для використання їх без штучного підсвічування об'єктів. З штучним же підсвічуванням цілі досить чутливості однокамерних ЕОП. З наведених причин двокамерні ЕОП широкого поширення не отримали.

Трикамерні ЕОП володіють ще більшим коефіцієнтом підсилення. Чутливість трикамерного ЕОП достатня для здійснення нічного бачення без штучного освітлення цілі. Так само як і однокамерні, трикамерні ЕОП дають обертання зображення. Тому трикамерні ЕОП знаходять широке застосування в приладах нічного бачення пасивного дії.

Трикамерні ЕОП потребують досить високовольтного джерела живлення ($U=50$ кВ). Використання такої високої напруги пов'язане з великими труднощами внаслідок виникнення витоку, пробою ізоляції. Крім того, висока чутливість трикамерних ЕОП зумовлює появу фону, викликаного термоелектронної емісією першого фотокатода (тобто явище випускання електронів нагрітим катодом). Для зменшення цього фону застосовується охолодження першого фотокатода.

Прилади нічного бачення застосовуються для спостереження, візування, прицілювання. Відповідно до цього їх можна розділити на:

- ***Прилади спостереження;***
- ***Візири;***
- ***Приціли.***

З ПНБ широкого поширення набули нічні біноклі, оглядові танкові, прилади для водіїв.

6.1 Нічний бінокль

Нічний бінокль (рис. 13) складається з об'єктива 1, окуляра 2 і ЕОП 3. Завдяки тому, що ЕОП дає обертання зображення, на відміну від звичайного бінокля в нічному біноклі немає оптичної обертаючої системи. Сітка в нічному біноклі наноситься безпосередньо на фотокатод правого ЕОП.

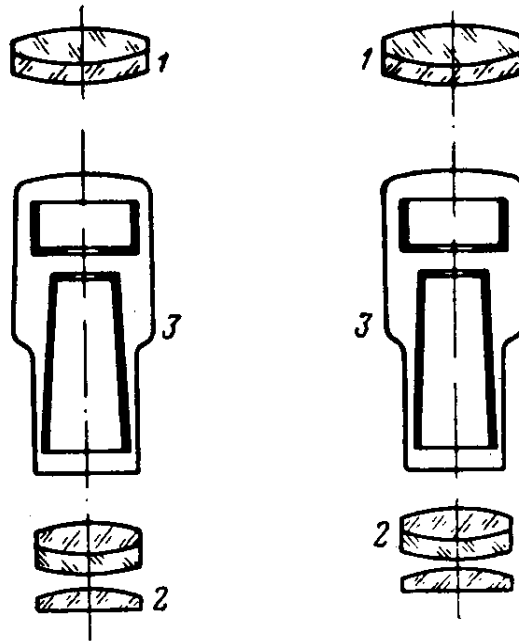


Рисунок 13 – Оптична схема нічного бінокля: 1 – об'єктив, 2 – окуляр, 3 – ЕОП

6.2 Шоломний нічний бінокль

Шоломний нічний бінокль (рис. 14) складається із двох перископічних систем, кожна із яких містить ЕОП, дві призми, окуляр і об'єктив.

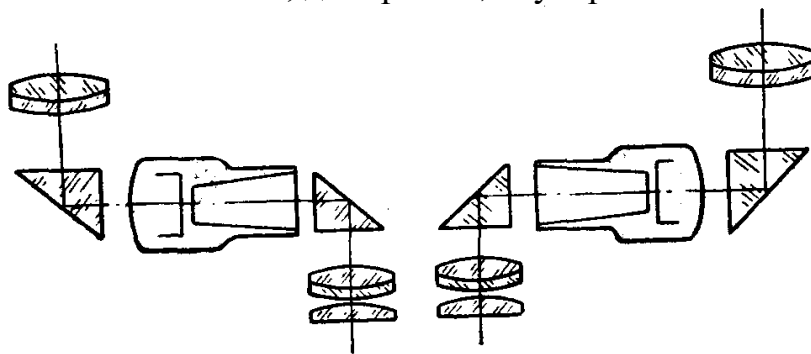


Рисунок 14 – Оптична схема шоломного ІЧ бінокля

6.3 Нічні приціли

Нічні приціли використовуються для ведення прицільного вогню з гвинтівок, кулеметів і гармат в нічний час. Вони відносяться до групи прицілів з залежною лінією прицілювання. Кут прицілювання і бічні поправки на деривацію

встановлюються переміщенням ЕОП в поперечному напрямку разом з сіткою, нанесеною на фотокатоді ЕОП. Кут місця встановлюється разом зі стволом зброї при візуванні на ціль.

Всі сучасні армії добре оснащені різними ІЧ приладами. В таких умовах застосування ІЧ приладів активної дії стає малоефективним, тому що ІЧ джерела, що використовуються для освітлення цілі, майже в такій же мірі демаскують ІЧ прилади, як і звичайні прожектора видимого світла. Тому поряд з ІЧ приладами активної дії широко застосовуються ІЧ прилади пасивної дії, обладнані трикамерними ЕОП в поєднанні зі світлосильними об'єктивами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кулагин С. В., Гуменюк А. С., Дикарев В. Н., Зубарев В. Е., Лебедев Е. Н., Мосягин Г. М. Оптико-механические приборы. – М.: Машиностроение, 1984. – 352 с.
2. Гвоздева Н. П., Дитева Г. И. Оптико–механические контрольно-измерительные и лабораторные приборы. 1972. – 143 с.