

## Съвременни принципи на оптичното и оптико-електронно наблюдение и контрол

Младен Любенов Младенов – ИПИО, гр. София

*Advanced principles for optic and optoelectronic surveillance and control.* The paper covers advanced principles concerning surveillance and control in optical spectral range. There have been specified details, typical for that spectrum. The structure diagrams are presented and on that base are given some applied recommendations.

Събирането и обработката на информация от диапазони, различни от радиодиапазона, също има своето значение. Наблюдението и контрола, използващи оптични и оптико-електронни средства е с някои особености и преимущества в сравнение с неоптичните - главно по отношение възприемане на целите и обектите в тяхната физическа същност и форма, много високата детайлизация, възможността информацията да се получава оперативно и независимо от други начини и от способности и т.н.

Между приемането на лъчение в оптичния обхват и в радио обхвата има както голямо сходство, така и значителна разлика. За сходство може да се говори, когато с приемането в радиодиапазона се сравнява работата с лазерни приемници. Това се обяснява с високата степен на кохерентност на лазерното лъчение. Радиочестотното лъчение също се характеризира с много висока кохерентност. Поради тази причина лазерните комуникационни и локационни системи в голямата част от случаите се подчиняват на общата идея при използването на радиосистемите. Различията в двата обхвата се проявяват при работа с некохерентно оптично лъчение, а то е основен източник за информация при повечето оптични системи за наблюдение и контрол.

В резюме за същността на оптичното наблюдение и контрол може да се каже, че то представлява събиране, обработка и използване на информацията за различни цели и обекти, пренесена чрез оптично лъчение .

В съответствие с метода за първична обработка на оптичната информация, оптичните прибори и средства за наблюдение и контрол могат да се разделят на два основни класа:

- *визуални* - директен приемник и преобразувател на оптичната информация е човешкото око. Тези прибори работят във видимия диапазон (0,4 - 0,76) mm.

- **оптико-електронни** - при тях информацията за наблюдаваната цел или обект се получава чрез пренасянето и от оптичното лъчение, а нейната първична обработка се осъществява с преобразуването и в електрически сигнал. След това този сигнал отново може да се преобразува във визуален образ или да продължи последващата му обработка в сигнал за управление (цифров или аналогов). Следователно тези прибори или системи се състоят както от оптични, така и от електронни звена, като и двата типа изпълняват основни функции в дадения прибор(система).

Класифицирането на приборите за наблюдение и контрол най-общо може да се базира на посочения по-горе метод за първична обработка на оптичното лъчение, а именно:

- визуални оптични прибори и средства за наблюдение (ВОПРН);
- оптико-електронни прибори и системи за наблюдение и контрол (ОЕПСНК).

Примерна класификация на оптични и оптико-електронни прибори и системи за оптично разузнаване (ОЕПСОР) е дадена на фиг. 1.

### **Визуални оптични прибори и средства за наблюдение (ВОПРН)**

При класическите **ВОПРН** (монокуляри, бинокли, перископи, бусоли и т.н.) прибори за оптично наблюдение и контрол във видимата област) основните характеристики се базират на някои уникални особености на човешкото око (висока разрешаваща способност, чувствителност, бърза акомодация и т.н., а в съчетание с работата на мозъка се постига недостигната досега от нито едно автоматично или автоматизирано устройство способност за изпълняване на логически операции - например разпознаването и оценяването на сложни изображения във видимата част на оптичния спектър. Основна функция за работата им се явява видимостта на целите и обектите. Тя зависи както от свойствата на оптичните елементи и възли на приборите, така и от качеството на осветление (или собствено светене) на целите и обектите.

Най-общо формулирано качеството на изпълнение зависи от степента на превишаване на условията на видимост над праговете шумове (смущения). своя страна видимостта на целите (обектите) е пряко свързана с далечината и метеорологичната видимост, фотометрията на ландшафта, оптичните параметри на ВОПРН, субективните особености на приемника(окоето).

Перспективите за развитие на ВОПРН са насочени към повишаване на надеждността и скритостта за работа с тях (използване на антирефлексивни фототропни и интерференционни покрития), ефективността (прилагане на панкратични и вариосистеми, стабилизация на полезрението, спектрална филтрация). Друга тенденция е прилагането на нощен канал, с което тези

прибори могат да работят през цялото време на денонощието. С това разграничаването между ВОПРН и ОЕПСНК става съвсем условно.

### **Оптико-електронни прибори и системи за наблюдение и контрол(ОЕПСНК).**

Ограничеността на спектралния диапазон на чувствителност на приемника на оптично излъчване при ВОПРН (човешкото око), необходимостта да се работи в много случаи за целите на наблюдението и контрола в друг диапазон (главно ИЧ), а също така и редица други причини доведоха до появата на ОЕПСНК. Много често те изпълняват еднотипни по предназначение задачи с приборите, работещи в радиодиапазона. Има обаче съществени различия между тях, обусловени от факта, че работят в различни електромагнитни спектри. На първо място това е многократно по-високата разрешаваща способност на ОЕПСНК вследствие на по-малката дължина на вълната при тях. Оттук принципиално по-високата точност при пеленгация, далекомерия и т.н.

При активния метод на работа на ОЕПСНК целта се облъчва целенасочено от източник на оптично лъчение, най-често с изкуствен произход. Това позволява в много случаи да се повиши шумозащитеността на ОЕПСНК и да се повиши неговата ефективност. В други случаи обаче този източник действа силно демаскиращо. Поради това неговата употреба се регламентира от конкретния случай на използване на ОЕПСНК.

При пасивния метод на работа се използва осветяването на целта от естествени източници или неговото собствено топлинно излъчване. По този признак ОЕПСНК е прието да се класифицират в два основни клона - прибори и системи от типа "И" (Image Intensification) - т.е. използващи и усилващи остатъчната светлина на естествените източници, попаднала върху целта и "Т" (Thermal Intensification) - използващи и преобразуващи собственото топлинно излъчване на целта. Примерна обобщена схема за работата на ОЕПСОР е дадена на фиг.2.

#### **Прибори от типа "И" (Image Intensification)**

За нуждите на наблюдението и контрола още от средата на 40-те години започва разработката на прибори от типа "И". Използува се принципа на усилване и преобразуване на ИЧ лъчение от близката ИЧ област върху флуоресцентен екран. Този клас прибори са познати в практиката като т.н. **"прибори за нощно виждане"**. Използуват се за решаването на някои основни задачи при наблюдението и контрола :

- провеждане на наблюдение и контрол(наблюдение, разпознаване, откриване на замаскирани обекти и т.н.);
- нощно водене на транспортни средства и бойни машини;

- навигация на кораби и самолети (откриване на скрити маяци, створни системи, улесняване на корабоводенето при лошо време и нощем и т.н.);
- танкови, артилерийски, стрелкови и други мерни и наблюдателни прибори.

Съвременните прибори от този тип са пасивни, използват електронно оптични усилватели (ЕОУ) на образа с висока разрешаваща способност и голямо усилване на електронния блок. Могат да работят при много ниски нива на осветеност (звездна светлина).

### **Прибори от типа "ТІ" (Thermal Intensification)**

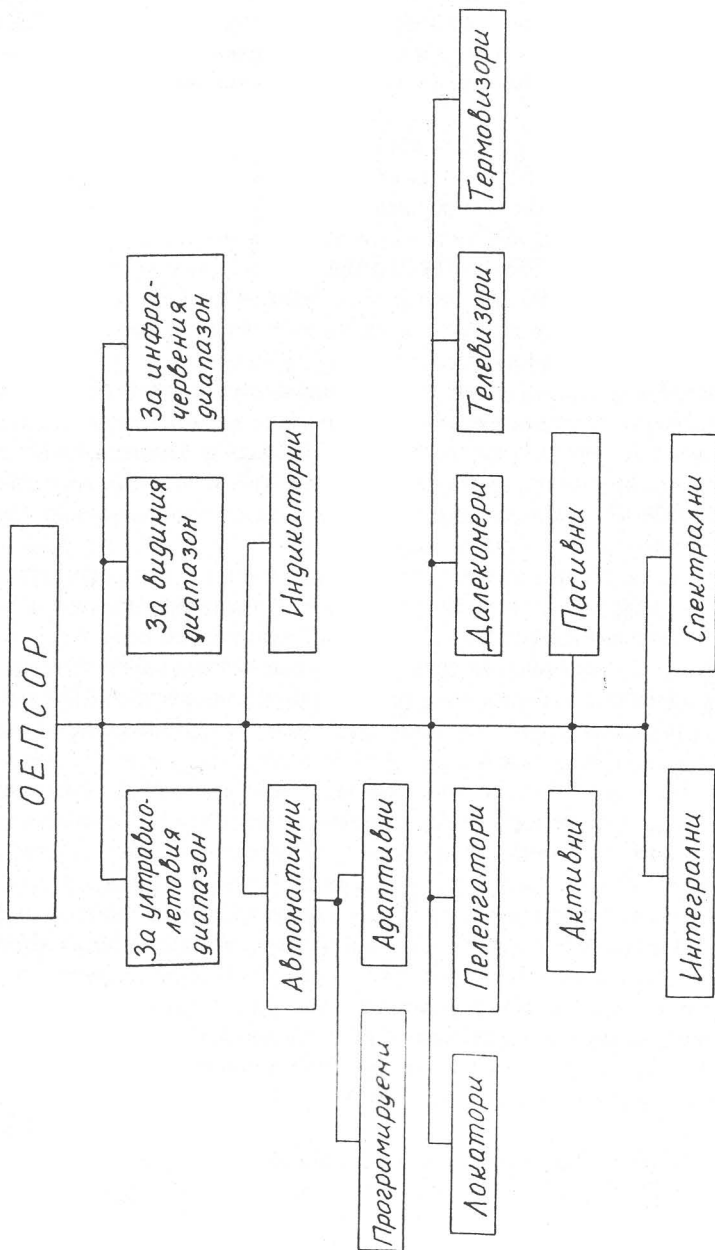
При този тип ОЕПСНК се усилва и обработва собственото топлинно лъчение на целта. В практиката са познати като "термовизионни системи" и изпълняват главно две основни задачи:

- наблюдение и контрол в условията на пълно отсъствие на светлина и през цялото време на денонощието при неблагоприятни метеорологични условия;
- осигуряване на информация за състояние на цели и обекти, като указват термичните полета на повърхността им и взаимодействието на термичните потоци в техния обем (по този начин може да се съди за протичането на някои процеси вътре в тях).

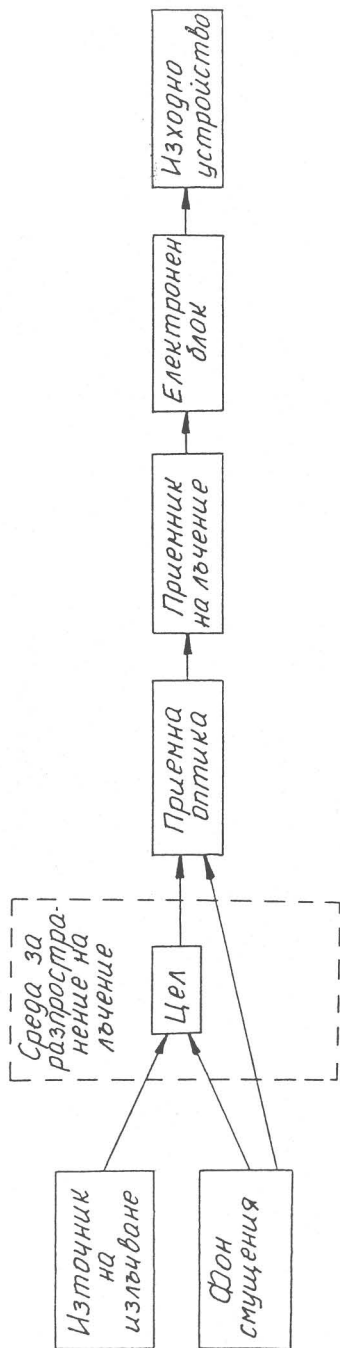
Отчитайки физичните процеси на работата им, използването на термовизионната апаратура се явява особено ефективно за целите на наблюдението и контрола в диапазона (8...13) mm. Причините за това са:

- наличието на "атмосферен прозорец" (висока степен на пропускане на атмосферата на лъчение с дадената дължина на вълната) в областта (8...13) mm.
- целите (обектите) при нормална температура 300°K (27°С) имат максимално излъчване при  $\lambda=10$  mm.

Термовизионните системи са много по-устойчиви на външни смущения от приборите за нощно виждане. От друга страна съществуващите маскировъчни покрития и състави са неефективни при наблюдение в областта (8...13) mm. Използването на този тип ОЕПСНК е в няколко направления - първото е аналогично на това на приборите за нощно виждане. Съдържащ фактор тук са много високите изисквания за технологична и техническа степен на развитие и високата цена. Друго направление на използване е приложението им в спътникови системи за глобално наблюдение и контрол, а също и за корабни и самолетни многофункционални системи за наблюдение и контрол. Тук техните характеристики и параметри ги правят незаменими и поради това те са основни системи за наблюдение и контрол в тази област.



Фиг. 1. Примерна класификация на ОЕПСОР



Фиг. 2. Примерна обобщена схема на работата на ОЕПСОР