

САТЕЛИТНИ МЕТОДИ И СРЕДСТВА ЗА НУЖДИТЕ НА НАЦИОНАЛНАТА СИГУРНОСТ

Стоянов Стилиан, Ангел Манев

*Институт за космически изследвания и технологии, Българска академия на науките –
ул. Акад Георги Бончев бл.1, 1012 София
amanev@abv.bg*

SATELLITE METHODS AND MEANS FOR THE NEEDS OF NATIONAL SECURITY

Stoyanov Stiliyan, Angel Manev

*Space Research and Technology Institute, Bulgarian Academy of Sciences
ul.Akad.G.Bonchev bl.1, 10120 Sofia
amanev@abv.bg*

ABSTRACT

The paper analyzes the specific features of finding and identifying of objects from the board of a satellite in the visible and near infrared part of the optical specter. A classification is made on the principle of scanning depending on the trajectory of the satellite and the basic characteristics are defines of the system for finding and observing distant objects. A mathematical reasoning is made of the necessary optical parameters of the devices for satellite optical investigation for the need of national security

Key words: national security, satellite methods

Космическата ера откри широки възможности за проникването на Човека, измервателни уреди, апаратури и научни космически лаборатории в недостъпни области на околоземното и междупланетарното пространство. Разширяването и разнообразяването на изследванията от Космоса откриват нови колосални възможности пред методите и средствата в контекста на отбраната и сигурността, като сериозно предизвикателство за учени, политици и държавници [1,2,4,7,9].

Ранното прогнозиране и откриване на стихийни бедствия, аварии и катастрофи (в последствие ще наричаме отдалечени обекти), в условията на сегашния ни демографски срив са съизмерими по значение с необходимата информация за водене на въоръжена борба в условия на нова физическа среда [3,5,8,14,15].

За откриване на отдалечени обекти, възниква необходимостта от търсенето им в големи зони от пространството. Възможността за едновременен обхват на зоната води към значително нарастване на количеството информация, вероятността за възприемане или регистриране на друг обект, нарастване влиянието на фона и др. [11,12]. С цел намаляване влиянието на фона и увеличаване на контраста, стремежът е в определен момент от време да се наблюдава възможно малка част от пространството, т.е. с голямо зрително поле и малко увеличение да се извърши обзор на пространството и там, където се предполага наличието на търсения обект, да се стесни зрителното поле и с по-голямо увеличение, да се идентифицира отдалечения обект. Следователно, необходимо е да се извършва обзор на големи зони от пространството, а от гледна точка на техническите възможности на уредите, размерите на пространството, разглеждани в определен момент от време да бъдат малки. Това противоречие се разрешава, като се прилагат оптични системи с малки ъгли на моментното зрително поле, последователно насочващо се в различни участъци от пространството по определен закон в границите на наблюдаваната област [10,13].

Системите за откриване на отдалечени обекти се класифицират по принципа на сканиране, по вида на траекторията на преместване на моментното зрително поле и по схемата на осъществяване на развивката.

По типа на сканиране се различават следните системи:

- системи за сканиране с един неподвижен приемник;
- растрови системи, в които разпределянето на зрителното поле се осъществява с помощта на растер, разположен в равнината на изображението;
- системи с многоелементни приемници (мозаечни, CCD матрици, CCD линейки).

В съответствие със закона на преместване (вида на траекторията) на моментното зрително поле в пространството се различават следните видове системи.

- с редови обзор;
- с редово-кадрови обзор;
- с конусно-въртелив и конусно-постъпателен обзор;
- със спираловиден обзор.

По схемата на осъществяване на развивка на системата за обзор и откриване, се подразделят на три групи:

- оптико-механични;
- оптико-електронни;
- електронни.

Преместването на моментното зрително поле в една или друга посока, по определена траектория, може да се осъществи посредством преместване на елементи или устройства:

- преместване на цялото приемно устройство;
- преместване на оптичната система или части от обектива;
- завъртане на един или няколко елемента от оптичната система;
- преместване на приемника на излъчване.

Основни характеристики на системата за обзор и откриване на отдалечени обекти се явяват:

- ъгъл на моментното зрително поле ;
- ъгъл на обзора или зона на обзора;
- траектория и закон на преместване на моментното зрително поле в пространството;
- период на сканиране;
- коефициент на припокриване, характеризиращ частта от повторно преглежданото пространство;
- коефициент на полезно действие на цикъла, определящ тази част от цикъла на обзор, когато в уреда постъпва полезна информация;
- вероятностни характеристики (вероятност за откриване или вероятност за пропускане).

За осигуряване на надеждна работа на уреда, към системата за откриване се предявяват следните изисквания:

- преглед без пропуск на цялото пространство в зададената зона за обзор;
- минимална продължителност на наблюдение в необходимата зона от пространството;
- времето, през което обектът е в моментното зрително поле да бъде достатъчно за получаване на необходимата информация за него;
- системата за обзор да осигури висока разделителна способност по ъглови координати;

- системата за обзор да бъде проста по устройства, надеждна в работата, да притежава малки габарити и тегло и да бъде освободена от големи динамични претоварвания.

Сателитът се движи на височина H със скорост V спрямо земната повърхност. Направлението, по отношение на което се осъществява преглед на пространството, съставлява определен ъгъл α , с вектор – скоростта на носителя [6]. Сканирането в пространството се извършва посредством преместване на моментното зрително поле на системата с размери $2\omega_{zr}$ в пределите на ъгъла на обзора $2\omega_{об}$.

Линейните размери на моментното зрително поле върху земната повърхност, без отчитане на кривината, могат да бъдат определени от израза:

$$a_0 = 2L_0 \operatorname{tg} \omega_{zr} \text{ и } b = \frac{2L_0}{\sin \varphi} \operatorname{tg} \omega_{zr}, \quad (1)$$

където: L_0 - начално наклонено разстояние.

При използване на едноелементен приемник и сканираща система, при един преглед на пространство ще се преглеждат n реда в пространството. Ако в уреда е приложен линеен ССД приемник, съставен от m чувствителни елемента, то общия брой преглеждани редове представлява nm , като се оказва, че при едновременно преглеждане на пространството по редове и регистриране с многоелементен фотоприемник, и ако се сканира по дължина на вълна (посредством дифракционна решетка), възникват трудности при регистрацията и обработката на информацията, което значително усложнява апаратурата.

За да се получи информация на изхода на приемника за всеки обект, намиращ се в зоната на обзора, сканиращото устройство трябва да осигури откриването на обектите в границите на моментното зрително поле за време, определено от условието:

$$\Delta t_z \geq k_\tau \tau, \quad (2)$$

където: Δt_z - време за засветяване на приемника от потока излъчване от даден обект, т.е. време, за което обектът се намира в зрителното поле на уреда;
 τ - времеконстанта на приемника;
 k_τ - коефициент, характеризиращ продължителността на засветяване на приемника с поток лъчение от обекта в сравнение с времеконстантата на приемника.

При честотата на сканиране N 1/s, броят на елементите Q , прегледани за 1/s представлява:

$$Q = \frac{2\pi N}{2\omega_{zr}}, \quad (3)$$

а времето за въздействие върху приемника на потока лъчение от всяка точка от наблюдаваното пространство Δt_z ще бъде:

$$\Delta t_z = \frac{1}{Q} = \frac{\omega_{zr}}{\pi N}. \quad (4)$$

С отчитане на условие (2) се получава израз за пределно допустимата честота на сканиране N , зависеща от времеконстантата на приемника:

$$\Delta t_z \leq \frac{\omega_{zr}}{\pi N}. \quad (5)$$

Линейната ширина от участъка на местността, разглеждана от уреда от височина на полета H , за един цикъл на сканиране ще бъде:

$$l = 2\omega_{zr} Hmn . \quad (6)$$

Отчитайки изискването за застъпване от отделните редове в процеса на сканиране възниква необходимостта, скоростта на наблюдение на ширината на ивицата, разглеждана с уреда за 1 s, да не е по-малка от скоростта на полета на носителя:

$$V \leq 2\omega_{zr} HnmN . \quad (7)$$

От тази зависимост се получава израз, определящ минимално допустимата честота на сканиране, при която наблюдението ще се осъществи без пропуски:

$$N \geq \frac{V}{2\omega_{zr} Hnm} , \quad (8)$$

или с отчитане на припокриването между отделните редове

$$N \geq \frac{\Delta b V}{2\omega_{zr} Hnm} , \quad (9)$$

където: Δb - коефициент на припокриване ($0 < \Delta b < 2$).

Формули (5) и (9) показват, че съществува както горна допустима граница на честотата на сканиране, зависеща от времеконстантата, така и долна, обоснована от изискванията за припокриване на съседни редове. Освен това честотата на сканиране се ограничава и от механичната възможност.

Ако във формули (5) и (9) са разгледани пределните случаи, то изравнявайки техните десни части към друга, се получава:

$$\omega_{zr} = \sqrt{\frac{\pi k_{\tau} \tau V}{2nmH}} , \quad (10)$$

И при съвместното им решаване относно N , се получава:

$$N = \sqrt{\frac{V}{2\pi nm k_{\tau} \tau H}} . \quad (11)$$

Пределно допустимата стойност на ъгъла на моментното зрително поле се определя от необходимата разделителна способност на системата, а минималната – от времеконстантата на приемника и съотношението на височината и скоростта на полета на носителя.

В процеса на реална работа наблюдателят извършва насочване и откриване на обекта на изследване посредством визирна оптична или електронно-оптична система, като паралелно сигналът от изследвания обект се приема от оптико-електронна система – фотометрична, спектрофотометрична и др. Оптико-електронната система регистрира лъчението от изследваните обекти, преминаващо през приемна оптична система, набор интерференчни филтри или разлагащо се на отделни спектрални линии от дифракционна решетка, и оптичният сигнал се регистрира от фоточувствителни елементи, след което се обработва в електронния тракт за апаратурата.

Нов момент представлява възможността за използване на електронно-оптичния уред освен за откриване и наблюдение на отдалечени обекти, също и за извършване на фотографиянето им.

Оптико-електронните уреди осигуряват измервания с висока точност и надеждност на параметрите на отдалечени обекти в широк спектрален и енергетичен интервал, в условия на силни вибрации, големи промени на температурата и налягането. Апаратурата позволява автоматизиран анализ и обработка на резултатите от изследванията.

Сред основните класове оптико-електронни уреди, преди всичко трябва да се посочат спектрални, фотометрични, интерференционни и поляризационни уреди.

Спектралните уреди са предназначени за разлагане на сложното спектрално излъчване на монохроматични съставлящи и за измерване на техните дължини на вълни и интензивност. С тяхна помощ могат да се изучат свойствата и строежа на различни материали, тяхната структура и химичен състав (по наличието в спектъра на излъчването или при поглъщане на определени спектрални линии).

Фотометричните уреди служат за изследване и измерване енергетичните параметри на поток излъчване, както със сложен спектър, така и с монохроматичен. Задачите, решавани с тези уреди, се свеждат до измерване на енергия, както и измерване на фотометрични величини, свързани с определена енергетична характеристика.

Интерференчните уреди създават интерференчна картина, посредством която се определят свойства на веществата – аберации в оптичните системи, състояние на оптични повърхности, геометрични размери на телата и др.

Поляризационните уреди са основани на явлението поляризация на светлината и служат за получаване на поляризирана светлина и изучаване на различни процеси, оптични свойства на кристали, определяне вътрешни напрежения в стъкло, определяне концентрации на разтвори и др.

В заключение следва да се отбележи, че разработващите се нови методи в оптичните измервания и принципите на построяване на оптико-електронни уреди за научни изследвания намират широко приложение в различни области на националното стопанство и националната сигурност.

Непрекъснато развиващите се различни нови области от науката и техниката изискват разработването на нови типове оптични уреди и апаратура. Вследствие на това възниква необходимостта от разработване на оптични, електронно-оптични оптико-електронни уреди, предназначени изключително за научни изследвания, осигуряващи особено точни измервания в нормални и екстремални условия, както осъществяване на научно – технологичен трансфер в националната сигурност.

Актуалността на спътниковите разузнавателни оптични системи се определя от значителния им дял в постигане на информационно превъзходство в зоната на криза или конфликт, както и от очерталата се тенденция за комерсиализация на космическата дейност и информация.

Литература:

1. Гецов П. Космос, екология, сигурност. Нов български университет, София, 2002, 211 с.
2. Гецов, П. Спътникови системи за екологичен мониторинг Сб. научни трудове “Научно – технологичен трансфер” ИКИ – БАН, Шумен, 2000, стр. 6 – 10.
3. Гецов П. Аерокосмическите изследвания и технологии и националната сигурност, отбрана и въоръжени сили на Република България, София, юли 2000, Бяла книга на Министерството на отбраната, стр. 305 – 309.
4. Гецов П. Спътникови системи за екологичен мониторинг. Международна конференция “Енергетика и опазване на околната среда: регионални проблеми”, стр. 5 – 9, София, 2000, стр. 5 – 9.
5. Гецов П., П. Пенев. Аерокосмическите технологии и военния фактор за националната сигурност. Научна конференция на ВУАПВО “П. Волов”, Шумен, 2000, стр. 20 – 30.
6. Козлов Д. и др. Управление космическими аппаратами за сондиране на Земята. Машиностроение, Москва, 1998.
7. Мардиросян Г. Природни екокатастрофи и тяхното дистанционно аерокосмическо изучаване, Акад. Изд. "Проф. Марин Дринов", София, 2000

8. Мардиросян Г. Аерокосмически методи в екологията и изучаването на околната среда. Акад. Издат. "Марин Дринов, 2003, 208 стр.
9. Мардиросян Г. Природни бедствия и екологични катастрофи – изучаване, превенция, защита. Академично издателство "Проф. М. Дринов", 2010, 362 с.
10. Михалски Х. Космос и стратегия, ДВИ, София, 1973
11. Пенев П., Р. Ячев, С. керемов, Космосът във военното дело, София, ВИ, 2003.
12. Rangelov B, Dimitrova S., Gospodinov D, Alexiev G, Mardirosian G., 2007, Natural hazards and the environmentally disturbed region of the Maritza0Iztok open coal mine, Bulgaria, Proc. Intl Conf. "Protection of the natural disasters disturbed regions", Strbske pleso, 18-22, November, Slovakia, pp. 15-22.
13. Стоянов С. Оптични методи за изследване на атмосферния озон, Издателство „Фабер”, Велико Търново, 2009, 231 с.
14. Филипова М., С. Стоянов. Екологичен мониторинг и управление на околната среда. Асоциация „Научно-приложни изследвания”, София, 2011, 337 с.
15. Филипова М. Екология и опазване на околната среда. Изд. комплекс на НВУ „В. Левски”, В. Търново, 2006.