

ИЗСЛЕДВАНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА НА МИГАЩИ СМУЩЕНИЯ С ИЗМЕНЯЕМИ ПАРАМЕТРИ

Георги Сотиров¹, Слави Славов²

¹Институт за космически изследвания – Българска академия на науките

²Институт по металознание – Българска академия на науките
e-mail: gsotirov@space.bas.bg; sslavov@ims.bas.bg

INVESTIGATION THE EFFICIENCY OF BLINKING JAMMING SIGNALS WITH CHANGIABLE PARAMETERS

Georgi Sotirov¹, Slavi Slavov²

¹Space Research Institute - Bulgarian Academy of Sciences

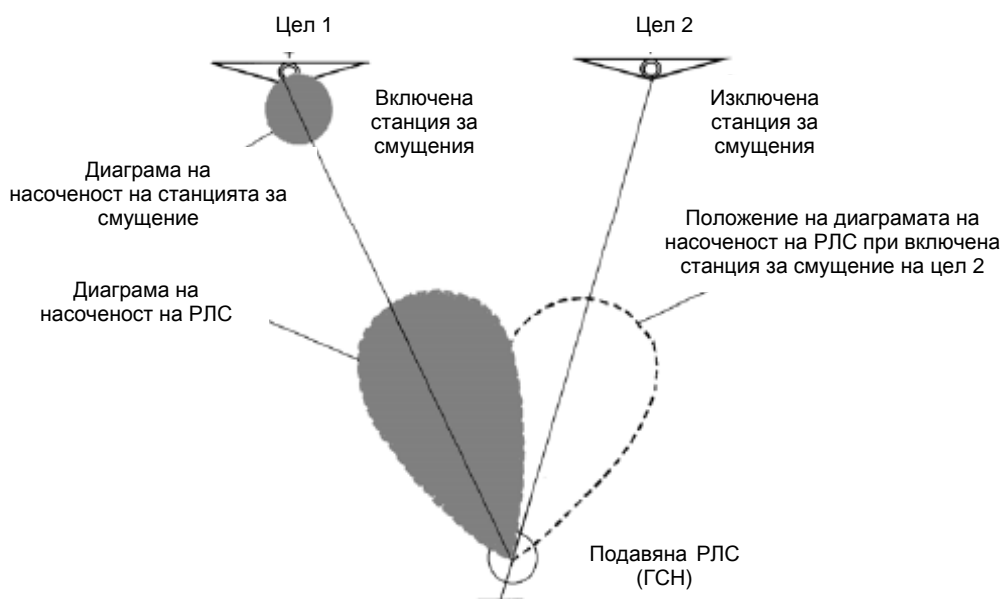
²Institute for Metal Science - Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: gsotirov@space.bas.bg; sslavov@ims.bas.bg

Key words: jamming efficiency, mathematical model, mono-pulse system, semi-active guidance, semi-active missile

Abstract: Evaluation of jamming resistance of mono-pulse semi active guidance system on the basis of a developed mathematical model is considered. The paper presents analysis and provides data from the investigation of jamming resistance against blinking type jamming signals with different parameters.

Мигащите смущения се явяват едни от основните видове имитиращи смущения, използвани за подавяне на моноимпулсни системи за самонасочване. Тяхното действие се основава на ограничената разрешаваща способност на ъгломерните координатори на системите за самонасочване [1-4, 8].

Мигащите смущения се създават с помощта на два или повече предавателя чрез използването на специална амплитудна модулация, например меандрова (фиг. 1)



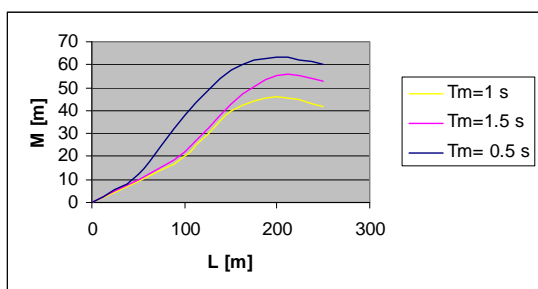
Фиг. 1

За оценка въздействието на ефективността на мигащите смущения могат да се използват обобщените пеленгационни характеристики (ОПХ) на подавяните моноимпулсни системи за

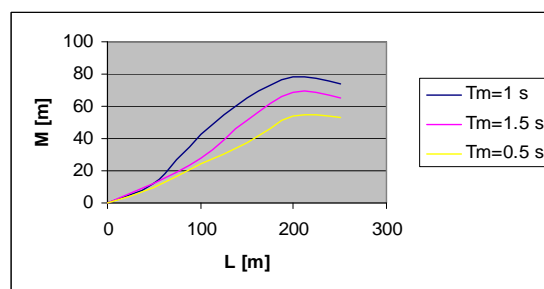
самонасочване, което позволява да бъдат определени ъглите на разрешаване и съответно отклонението на управляемите ракети (УР) от целта [1-7,9].

В представения доклад оценката на въздействието на многоточкови мигащи смущения е извършена с помощта на разработен математичен модел на система за полуактивно самонасочване [8]. Използваният пространствено–временен цифров модел на полуактивен зенитно-ракетен комплекс (ЗРК) с моноимпулсна глава за насочване (ГСН) позволява да се моделира процеса на насочване на ракетата към целта по избрания критерий за оценка – отклонението на УР от целта.

На фиг. 2 е представена зависимостта на математическото очакване на отклонението за различни периоди на синхронни мигащи смущения, създавани от два източника в зависимост от базата между тях. Както се вижда от зависимостите, отклонението съществено нараства на (40-60) метра и съответства на значения на базата (150-250) метра.



Фиг. 2



Фиг. 3

С увеличаването на броя на източниците на мигащи смущения, например на четири, се увеличава и ъгълът на разрешаване на целите, в резултат на което нараства и резултатното отклонение, математическото очакване на което е представено на фиг.3.

Макар и оптималната база да остава както и при две цели 150-250 метра, значението на отклонението е по-голямо - 60-80 метра. Това потвърждава извода, че създаването на мигащи смущения от няколко източника осигурява по-голяма ефективност на радиоелектронното противодействие (РЕП).

Анализирайки действието на двуточковите и многоточкови мигащи смущения се вижда, че тяхната ефективност в голяма степен зависи от параметрите на мигащите сигнали и за определянето на оптимален смущаващ сигнал е необходимо да се изследва влиянието на различни параметри.

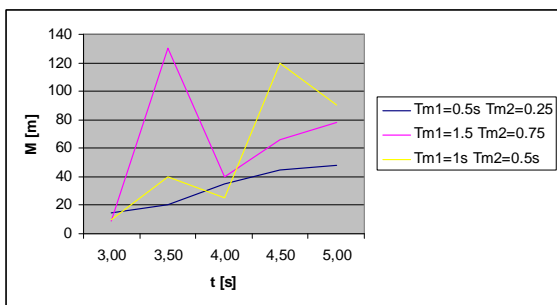
1. Ефективност на мигащите смущения с изменяем период на мигане.

Изследването на въздействието на мигащите смущения, проведени с цифровия модел и получените по-горе резултати, показват, че на първия и втория етап на процеса на самонасочване на ракетата към целта, ефективни са смущенията с голям и среден период на мигане. При това максималните значения на отклонението съответстват на честота на мигане $(0.5 \div 1.5) Hz$.

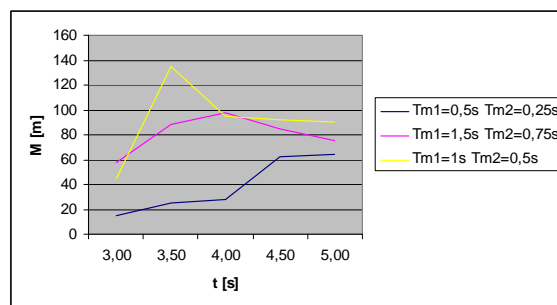
Обаче, тъй като времето от момента на разрешаване до момента на срещата на ракетата с целта не е голямо, то, на третия етап на самонасочване, мигащите смущения с такива честоти могат и да не действат. Затова на този етап е необходимо смущаващо въздействие с по-голяма честота, за да се повиши ефективността на мигащите смущения. Ако в началото на пуска на ракетата са използвани бързи мигания, то както показват резултатите от моделирането не се получава голямо отклонение и затова е целесъобразно да се използват мигащи смущения с изменяем период.

По такъв начин, съгласно методиката, изложена в [10], за увеличаване на ефективността на мигащите смущения е необходимо отначало до момента на разрешаване да се използват мигания с по-голям период, а след това с по-голяма честота.

Правдоподобността на подобни разсъждения по повишаване ефективността на мигащите смущения се потвърждава от резултатите при моделирането. На фиг. 4. е представена зависимостта на математическото очакване на отклонението от времето, след което честотата на мигане на единия от източниците става два пъти по-висока от началната. Графиките са снети при следните условия – далечина на пуска на ракетата $D = 5000 m$, височина на полета $H = 500 m$ и база между източниците $L = 250 m$, което съответства на оптималното значение на базата.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

Получените резултати показват, че максималното значение на отклонението се получава в тези моменти на включване, които съответстват на очаквания рубеж на разрешаване съгласно [10]. При това резултантното отклонение превишава с $10 \div 15$ метра значението на отклонението, получено за случая на мигащи смущения без изменение честотата на единия източник.

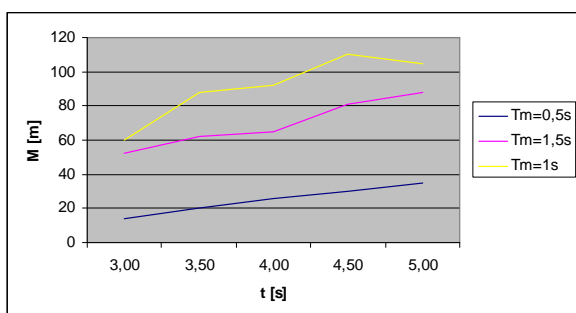
На фиг. 5. е представена получената с помощта на разработения модел зависимост на математичното очакване на отклонението от момента време, след който честотата на един от източниците става два пъти по-голяма от началната.

Резултатите от графициите показват, че както и при две цели за сметка изменението на честотата на мигане резултантното отклонение се увеличава средно с $(10 \div 15)m$ в сравнение с отклонението при четири цели без изменение на честотата на мигане. При това нарастването на отклонението става в моментите от време, съответстващи на момента на разрешаване.

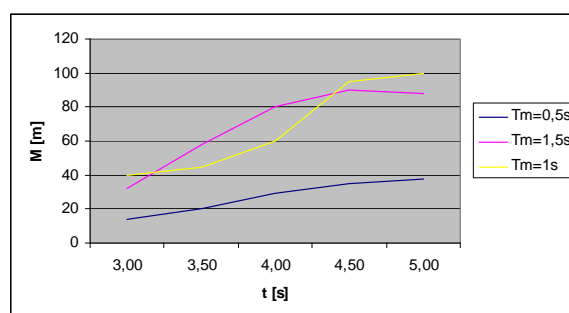
2. Ефективност на мигащите смущения с изменяема мощност на смущаващия сигнал.

Както показват изследванията в [10] важна роля за повишаване на ефективността на използваните средства за РЕП имат смущенията, създавани на последния етап от насочването на ракетата на целта. Тяхната цел е да въздействат по страничните листа на диаграмата на насоченост на ГСН на ракетата и да способстват за отклоняване на ракетата от целта на която се насочва. Следователно, може да се очаква, че ако на етап разрешаване на целите мощността на единия от източниците на смущение, към който не се насочва ракетата, се увеличи, то грешката на насочване и резултантното отклонение ще се изменят.

Оценка на влиянието на изменението на мощността на единия източник беше проведена с помощта на моделиране процеса на насочване на ракетата към целта. На фиг. 6. и 7 са показани зависимостите на математическото очакване на отклонението при стрелба по две цели от момента на включване, когато мощността на единия източник се изменя съответно 3 и 5 пъти спрямо началното значение. Графициите са снети при следните условия: далечина на пуска $D = 5000 m$, височина на полета $H = 500 m$ и база между източниците $L = 250 m$. От приведените графици се вижда, че с нарастване на мощността на смущаващия сигнал резултантното отклонение се увеличава с $(8 \div 10)m$.

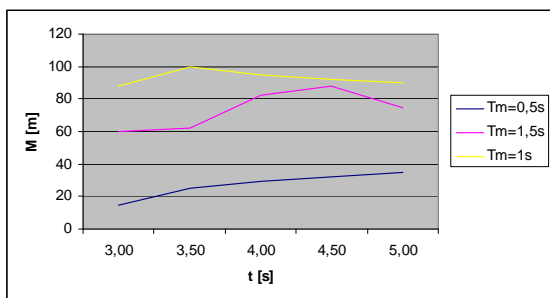


Фиг. 6.

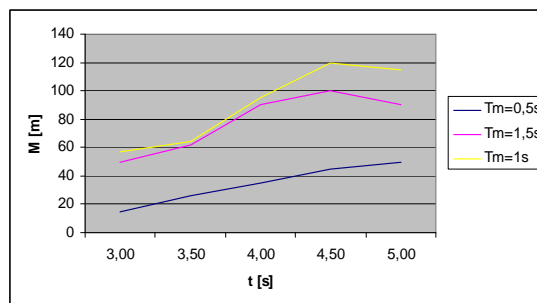


Фиг. 7

Аналогично е изследвано чрез модела изменението на мощността на единия от източниците на смущение, когато стрелбата се извършва по четири цели. На фиг. 8 и фиг. 9 са показани зависимостите на математичното очакване на резултантното отклонение от времето на включване, когато мощността на единия източник се повишава съответно 3 и 5 пъти.



Фиг. 8



Фиг. 9

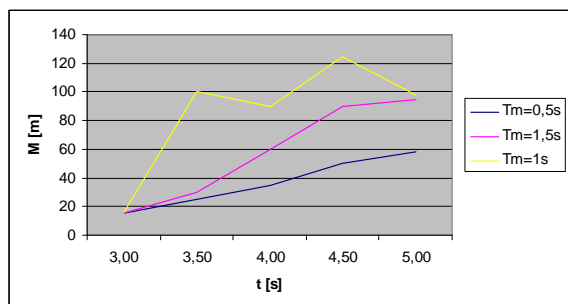
Изменението на мощността предизвиква увеличаване на резултантното отклонение с $(10 \div 15)m$ в сравнение с отклонението за четири цели. Графиките на фиг. 8 и фиг. 9 са снети при следните условия: далечина на пуска на ракетата $D = 5000 m$, височина на полета на самолетите $H = 500 m$ и бази между самолетите $L = \Delta L = 250 m$.

Сравнявайки получените резултати за отклонението и вероятностите за поразяване за две и четири цели е видно, че изменението на честотата осигурява по-ефективно подавяне, отколкото изменението на мощността на смущение при еднакви условия на използване.

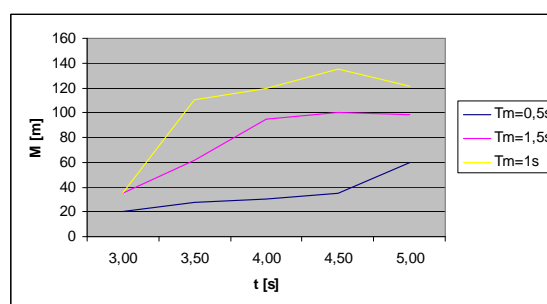
3. *Ефективност на мигащите смущения с едновременно изменение на мощността и периода на мигане.*

По-горе бяха разгледани независимо изменението на периода на мигане и изменението на мощността на източниците на смущение на ефективността на мигащите смущения.

Очевидно е, че тяхното съвместно използване ще способства за повишаване на ефективността на мигащите смущения. За целта беше проведено изследване с помощта на разработения математичен модел. На фиг. 10 представена зависимостта на математическото очакване на отклонението за две цели от времето на включване при едновременно изменение на честотата два пъти и мощността 5 пъти. Графиките са представени при следните начални условия: $D = 5000 m$, $H = 500 m$ и $L = 250 m$.



Фиг. 10



Фиг. 11

Получените резултати показват, че резултантното отклонение се повишава с $(5 \div 8)m$ по сравнение с отклонението, получено само при изменение на мощността или честотата на мигане.

Зависимостта на математическото очакване за отклонението при мигащи смущения от четири източника, при които едновременно се изменя честотата и мощността на мигане, е дадена на фиг. 11.

По такъв начин за сметка на изменението на параметрите на мигащите сигнали може да се повиши ефективността на мигащите смущения и в съответствие с получените резултати да се обосновават основните препоръки относно управлението на станциите за активни смущения.

Изводи и резултати:

1. На базата на разработен математичен модел е изследвана ефективността на мигащи смущения с изменяеми параметри.

2. Получените резултати от моделирането показват, че с изменението на честотата на мигащите сигнали и мощността им може да се повиши тяхната ефективност.

Литература:

1. С о т и р о в Г.С. Оценка въздействието на мигащите смущения върху моноимпулсна система за полуактивно самонасочване, Юбилейна научна сесия на факултет "Авиационен", 21-22 април 2006 г., Долна Митрополия.
2. В а к и н С.А., Л.Н. Ш у с т о в. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки, М.: Советское радио, 1968.
3. П е р у н о в Ю.М., К.И. Ф о м и ч е в, Л.М. Ю д и н. Радиоелектронное подавление информационных каналов систем управления оружием, Радиотехника, 2003.
4. V a k i n S.A., L.N. S h u s t o v, R.H. D u n w e l l. Fundamentals of Electronic Warfare, Artech House Radar Library, UK, 2001.
5. С о т и р о в Г.С. Анализ на ефективността на мигащите смущения при въздействие върху моноимпулсни системи за самонасочване. Сборник доклади от Юбилейната научна сесия, посветена на 45 години ВНБВУ "Г.Бенковски", Секция № 15 "Радиолокация, Антени и СВЧ-техника", Долна Митрополия, 21-23 Май 1990 г. стр.72-79.
6. Ц в е т н о в В.В., В.П. Д е м и н, А.И. К у п р и я н о в. Радиоелектронная борьба, радиоразведка и радиопротиводействие. – М.: МАИ, 1998.
7. В а к и н С.А., Л.Н. Ш у с т о в. Основы радиоелектронной борьбы. – М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1998.
8. С о т и р о в Г.С. Математичен модел на моноимпулсна система за полуактивно самонасочване. Сборник трудове на Научна конференция с международно участие "Космос, Екология, Сигурност – SES' 2005", 10-13 юни 2005 г. Варна, стр. 398-408.
9. S o t i r o v G.S., S. S l a v o v. Jamming resistance study of monopulse semiactive guidance system. Second Scientific Conference with International Participation - SENS'2006, 12-14 June 2006, Varna, Bulgaria.
10. С о т и р о в Г.С. Изследване на възможностите за увеличаване на ефективността на мигащите смущения Научна конференция с международно участие "Космос, Екология, Нанотехнологии, Сигурност" – SENS' 2007, 27-29 юни, Варна (под печат)