

## МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ ПОМЕХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СТАЦИОНАРНЫХ ИЛИ МАЛОПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

К.В. Власов

vkv.work@gmail.com

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

---

### Аннотация

Приведены алгоритмы и принципы постановки помех, относящиеся к области радиоэлектронной борьбы. Рассмотрена эффективность постановки активных и пассивных помех высокоточному оружию для защиты стационарных и малоподвижных объектов. Выполнен анализ открытых источников и патентов по существующим методам и комплексам защиты. Обоснован состав комплекса со средствами защиты и средствами разведки и обнаружения. Предложен принцип работы комплекса защиты. Разработаны общие рекомендации по алгоритмам постановки помех. Проведен энергетический расчет, ориентированный на активную головку самонаведения миллиметрового диапазона

### Ключевые слова

*Высокоточное оружие, головка самонаведения, радиоэлектронная борьба, оценка эффективности, уводящая помеха*

Поступила в редакцию 10.06.2016  
© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017

---

**Введение.** В угрожающий период существует высокая вероятность поражения стационарных и малоподвижных объектов. По классификации к таким объектам можно отнести оперативные объекты — первая категория важности и тактические объекты — вторая категория [1]. Это важные с государственной точки зрения объекты, воздействие и нарушение работы которых может вызвать значимые последствия во время ведения боевых действий. Учитывая стационарность рассматриваемых объектов, они более уязвимы от средств поражения в отличие от подвижных объектов и не имеют возможности совершать маневры в короткое время. Таким образом, необходимо более детально рассматривать вопросы их защиты.

Опираясь на приведенную далее методику, после получения математических моделей можно оценить эффективность постановки помех, как функционала части комплекса защиты.

Предлагаемая методика позволит повысить защищенность стационарных и малоподвижных объектов от высокоточного оружия (ВТО), которое активно используется в последние годы. Методикой предусматривается идентификация типа ВТО, определение возможной траектории его движения и момента эффективного подавления головки самонаведения (ГСН). В настоящей работе раскрываются принцип организации комплекса средств защиты, установленного на стационарном объекте, в особенности на его наиболее уязвимых контурах, и дополнительные меры, например, возможные изменения конфигурации объекта после обнаружения ВТО.

**Постановка задачи.** Эффективность действия новых классов средств ВТО, особенно индивидуального наведения, в основном определяется системой наведения. Она состоит из следующих основных блоков: координатора, датчика цели, средств разведки и целеуказания, которые должны обеспечить решение задачи обнаружения и распознавания цели на фоне земной поверхности с высокими вероятностными характеристиками и в условиях помех. Расширение области применения, повышение требований к параметрам ВТО приводят к необходимости использования новых частотных диапазонов при их проектировании. Перечисленные условия усовершенствования ВТО позволяют сформировать новые требования к средствам защиты.

Методика предполагает исследование алгоритмов постановки помех и разработку рекомендаций по их использованию с учетом тактики применения существующих и перспективных образцов ВТО, характеристик и параметров излучаемых сигналов. Кроме этого, проводится анализ эффективности использования активных и пассивных помех для защиты типовых объектов от существующих и перспективных образцов ВТО, оснащенных радиолокационными ГСН миллиметрового диапазона волн (ММДВ) и оптическими ГСН, а также приемником глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС). Следует отметить, что методика не позволяет судить о боевой эффективности защиты от ВТО, поскольку не учитываются такие параметры, как тип боевой части, уязвимость и возможности по нанесению ущерба объекту.

**Описание методики.** По результатам анализа открытых источников и патентов [2–5] в составе предлагаемой методики учитываются следующие типы ГСН ВТО в зависимости от метода наведения:

- активный метод наведения (используют радиолокационные ГСН);
- полуактивный метод наведения (используют лазерные и радиолокационные ГСН);
- пассивный метод наведения (используют оптические, включая инфракрасные и радиолокационные ГСН, а также коррекцию траектории ВТО с помощью приемника ГНСС).

Анализ показывает, что наведение современных образцов ВТО эффективно и разнообразно, а существующие ответные меры защиты могут оказаться громоздкими, энергозатратными, малоэффективными и к тому же будут иметь высокую стоимость [6]. Таким образом, имеется проблема определения состава комплекса защиты от перспективных типов ВТО и методов его работы. Успешная борьба с ВТО высокого иерархического уровня возможна только при противопоставлении ему комплекса того же уровня [7–10]. Преимуществами такого подхода можно считать возможность использования более широкой номенклатуры средств защиты и средств разведки.

Известны многочисленные отечественные и зарубежные средства защиты и маскировки объектов за счет применения станций помех [11]. Возможные станции помех стационарными объектами могут быть разделены на активные и пассивные. Учитывая разнообразие диапазонов частот работы ВТО, в состав ком-

плекса и методик постановки помех целесообразно включить следующие средства защиты:

- постановка уводящих помех активным и полуактивным радиолокационным ГСН;
- постановка помех пассивным радиолокационным ГСН (станция шумовых помех в ММДВ);
- постановка помех пассивным и полуактивным ГСН видимого и инфракрасного диапазонов (дистанционные аэрозольные завесы и ложные цели, снижающие заметность и искажающие облик объекта [11]);
- постановка активной помехи приемникам ГНСС;
- постановка помехи полуактивным лазерным ГСН.

Например, помехи пассивным радиолокационным ГСН, предназначенные для защиты объектов от поражения самоприцеливающимися боевыми элементами (СПБЭ), которые имеют радиометрические датчики, формируются путем воздействия шумовой помехой как по боковым лепесткам, так и в главном лепестке их диаграммы направленности. Дополнительно существует несколько сложностей постановки помех в видимом и инфракрасном диапазонах. Первая заключается в необходимости в заданных промежутке времени и пространственных координатах сформировать аэрозольную помеху между защищаемым объектом и ВТО противника. Вторая сложность заключается в том, что современные средства ВТО работают одновременно в инфракрасном, видимом и радиолокационном спектрах излучения, поэтому ослабление или искажение сигнала должно обеспечиваться сразу в нескольких диапазонах. Дополнительно у ВТО существует возможность селектировать помехи по скорости различных участков полета ложной цели относительно объекта. Учитывая состав средств защиты и возможные типы ВТО противника, отметим, что такой комплекс может быть реализован только на стационарном объекте.

Постановка помех должна осуществляться в заданном направлении как на само средство ВТО, так и на носитель с синхронизацией по времени, иначе эффективность помехи будет ничтожно мала. Дополнительно для повышения эффективности необходимо после обнаружения ВТО обеспечить первоочередное подавление приемника ГНСС.

Для обеспечения высокой эффективности необходимы следующие средства разведки и обнаружения в диапазоне длин волн работы комплекса:

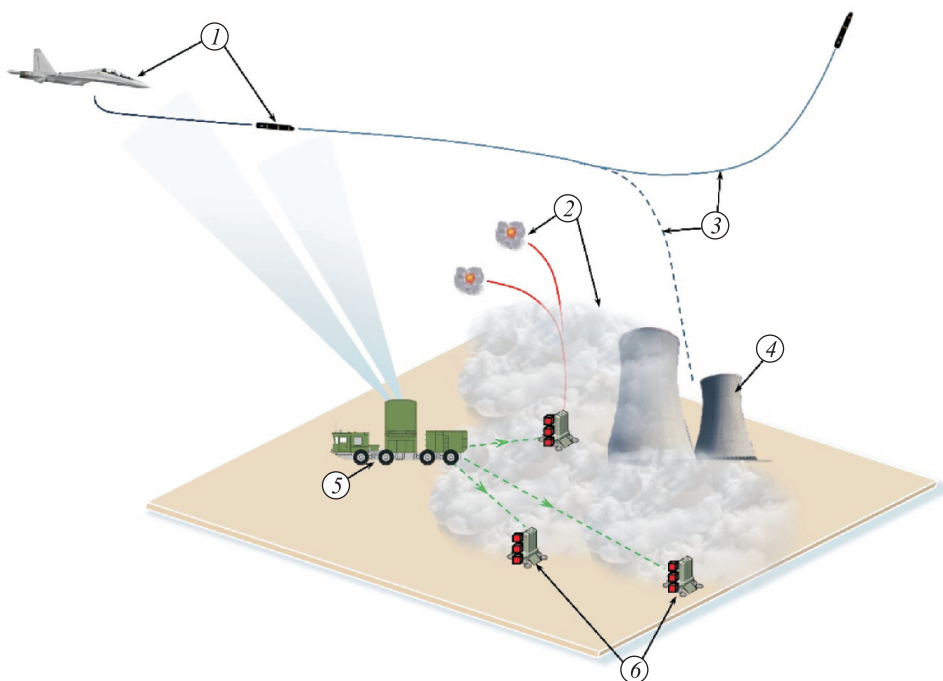
- радиолокационная станция с дальностью обзора, обеспечивающая время для приведения в полную боевую готовность средств защиты;
- пассивная станция радиолокационной разведки;
- станция оптико-электронной разведки, которая использует телевизионные и тепловизионные сенсоры;
- аппаратура регистрации прямого лазерного излучения по рассеянной в атмосфере составляющей, факта облучения объектов лазерными средствами, а также определения направления на источник и положения пятна подсвета;

– дополнительные средства обнаружения, например, средства радиотехнической разведки;

– организация сбора информации о состоянии средств защиты и объектов, анализ и проведение цикла защиты, при использовании наиболее выгодного варианта комбинирования средств защиты.

Целесообразно построить комплекс по модульному принципу. Модульная система комплекса позволит комбинировать варианты построения в зависимости от конкретной угрозы.

На рис. 1 приведен возможный принцип работы комплекса защиты объекта от ВТО с перечисленными средствами защиты и обнаружения.



**Рис. 1.** Состав и принцип работы комплекса защиты:

1 — воздушный носитель и ВТО; 2 — аэрозольная завеса и ложная цель; 3 — сплошной линией обозначена траектория ВТО под действием помех, штриховой — расчетная траектория ВТО; 4 — защищаемый объект; 5 — средство разведки и обнаружения; 6 — унифицированные модули помех в рассматриваемых диапазонах

Следует отметить, что постановка помех ВТО наиболее эффективна на этапе захвата цели ГСН и практически бесполезна на этапе сопровождения цели, если ГСН определила наличие помехи. При обнаружении помехи средство поражения будет двигаться по опорной траектории по данным инерциальной системы наведения.

Основную роль в предлагаемой методике уделим радиолокационным ГСН, которые обладают такими свойствами, как всепогодность, круглосуточность и имеют большую дальность. Оснащение объектов аппаратурой постановки по-

мех в ММДВ, работающей вплоть до 144 ГГц, необходимо при защите стационарных и малоподвижных объектов от современных комплексов ВТО.

Для оснащения анализируемых объектов модулями помех в ММДВ, необходимо провести оценочные расчеты максимальной дальности обнаружения современных типов ВТО и воздушных носителей. Расчеты проведены с использованием уравнения радиолокации. Результатом уравнения является максимальная дальность обнаружения активной радиолокационной системы и записывается в следующем виде [12]:

$$R = \sqrt{\frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 P_r}},$$

где  $R$  — расстояние от РЛС до цели;  $P_t$  — мощность излучаемого сигнала ГСН;  $G_t, G_r$  — коэффициент усиления передающей и приемной антенн;  $\lambda$  — длина волны;  $P_r$  — мощность отраженного сигнала.

Расчет проведен с использованием общедоступных параметров и характеристик современных типов ВТО. Основная цель расчета заключается в варьировании параметров и определении возможных дальностей при разных значениях таких, как длина волны, уровень мощности излучаемого сигнала и коэффициент усиления передающей антенны. Полученные результаты приведены на рис. 2, 3.

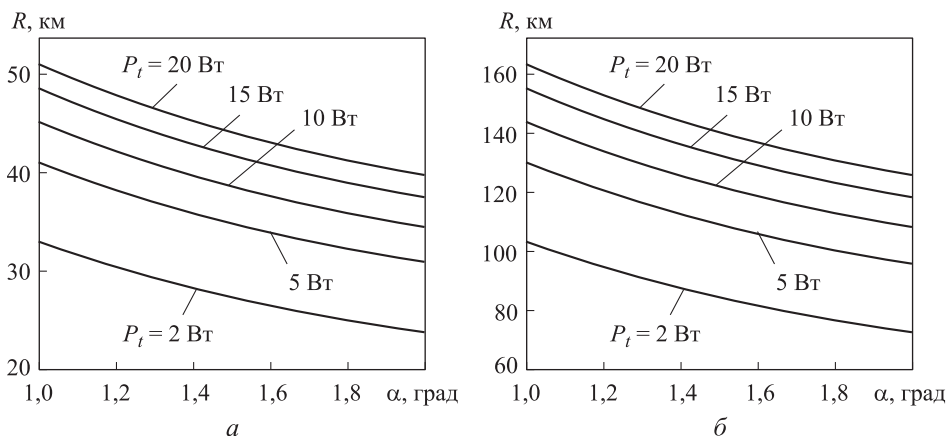


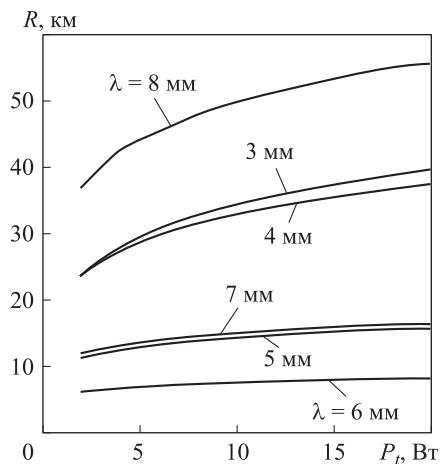
Рис. 2. Зависимость дальности обнаружения от угла ДН для  $\lambda = 3$  мм (а) и  $\lambda = 8$  мм (б)

Из полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- большинство средств ВТО работает именно в 3 и 8 мм длинах волн, что подтверждается затуханием радиосигнала в атмосфере [13] (см. рис. 3);

- дальность обнаружения при мощности излучения ВТО  $P_t = 2$  Вт и при работе передатчика на длине волны  $\lambda = 3$  мм находится в пределах от 24 до 33 км, при  $\lambda = 8$  мм в пределах от 72 до 103 км;

- обнаружение носителя ВТО при мощности излучения  $P_t = 5...20$  Вт определяется следующими дальностями, при  $\lambda = 3$  мм дальность находится в пределах от 31 до 51 км, при  $\lambda = 8$  мм в пределах от 97 до 161 км.



**Рис. 3.** Зависимость дальности обнаружения от мощности передатчика на разных длинах волн

Дальность существенно зависит от угла диаграммы направленности передающей антенны, а также от мощности излучения и определяется истинными значениями реальных образцов. Полученные результаты показывают, что расчетным методом можно определить дальность обнаружения ВТО и его носителя. В случае использования широкой диаграммы направленности приемной антенны существует возможность их одновременного обнаружения.

Методикой предусмотрен следующий режим работы. В момент ожидания угрозы включены средства разведки и обнаружения. По результатам обработки информации и получения данных о присутствии носителя ВТО вырабатываются следующие команды. В кратчайшее время выполняется включение средств защиты и обеспечивается полная готовность комплекса. Средства разведки переводятся с режима кругового обзора в режим слежения за сектором. При регистрации ВТО, в первую очередь, подавляется пассивная ГСН, тем самым подается команда на включение станции шумовых помех. Следующим шагом является вывод на эффективную высоту средств подавления аппаратуры потребителей ГНСС и параллельное искажение теплового портрета занимаемой площади защищаемого объекта. Для обеспечения эффективного действия помехи возможно воздействие на активную радиолокационную ГСН одновременно с двух направлений для возникновения флуктуаций фазового центра. Во всех мероприятиях, в особенности при постановки активных помех, необходимо учитывать шум помехи, который снижает чувствительность приемников средств защиты.

Таким образом, определение момента выключения и включения шумовых помех в момент анализа обстановки и повторное включение в паузах между работой также имеет существенное значение. В окне анализа не должно быть собственных шумов, которые могут быть помехой. В случае прорыва и невозможности подавления радиолокационной ГСН необходимо использовать кинетические средства уничтожения и обеспечивать внешнюю связь со средствами ПВО. Следующим этапом развития методики является анализ построения наиболее рационального варианта постановки помех с точки зрения поставленной задачи, используя ранжирование с помощью спектрального метода оценки сложных систем [14].

**Закключение.** Разработанная методика позволяет обеспечить научно-технический задел для создания семейства образцов средств постановки помех для оснащения ими объектов защиты от ВТО противника. Кроме того, методи-

ка позволяет определить дальность до ВТО или его носителя, алгоритм действия установленных средств защиты на объекте, сгенерировать момент эффективного подавления ГСН и оценить эффективность постановки помех.

Внедрение этой методики и алгоритма постановки помех, с учетом тактики применения существующих и перспективных образцов ВТО, характеристик и параметров излучающих сигналов, позволит увеличить живучесть объекта при одиночном и массированном налетах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Зайцев А.Г.* Категорирование объектов // Алгоритм безопасности. 2006. № 6. С. 7–9. URL: [http://www.algorithm.org/arch/06\\_6/06\\_6\\_1.pdf](http://www.algorithm.org/arch/06_6/06_6_1.pdf)
2. *Гречишников Е.В., Комолов Д.В.* Способ защиты объекта от управляемых ракет. Патент РФ 2390721. Оpubл. 27.05.2010.
3. *Утемов С.В., Потапов В.В.* Способ защиты объекта от управляемых ракет. Патент РФ 2320949. Оpubл. 27.03.2008.
4. *Способ защиты малоразмерного подвижного объекта от высокоточного оружия с лазерным наведением.* Патент РФ 2563472 // Е.А. Левшин, В.В. Онуфриенко, В.Н. Рехвиашвили, В.С. Глухов, П.В. Павлов, А.Ю. Непомилуев, Р.А. Коровин. Оpubл. 20.09.2015.
5. *Михайлов А.А., Михайлова С.А.* Способ защиты объекта радиосвязи от радионаводимого высокоточного оружия и система его реализации. Патент РФ 2516265. Оpubл. 20.05.2014.
6. *Ogorkewicz R.M.* Detection and obscuration counter anti-armor weapons. Development of active protection systems for combat vehicles is slowly gathering momentum // *Jane's International Defence Review*. 2003. January. P. 49–53.
7. *Донсков Ю.Е.* К вопросу о защите тактических воинских формирований в операции (бою) // *Военная мысль*. 2006. № 2. С. 16–20.
8. *Донсков Ю.Е., Татарчуков В.А., Загорудько А.В.* О способах боевого применения комплекса групповой защиты в общевойсковом бою // *Военная мысль*. 2006. № 11. С. 43–48.
9. *Донсков Ю.Е., Татарчуков В.А., Загорудько А.В.* Защита тактических формирований в операции: методический аспект // *Военная мысль*. 2006. № 4. С. 29–33.
10. *Хаджиева Я.Я. и др.* Способ обнаружения наземных выстрелов, способ постановки аэрозольных масок-помех над колоннами и группами подвижной техники или длинномерными объектами и комплект аппаратуры оптико-электронной разведки и оптико-электронного подавления для их осуществления. Патент РФ 2495358. Оpubл. 10.10.2013.
11. *Евдокимов В.И., Гуменюк Г.А., Андриященко М.С.* Неконтактная защита боевой техники. СПб.: Реноме, 2009. 176 с.
12. *Скольник М.И.* Справочник по радиолокации. Т. 1: Основы радиолокации. М.: Советское радио, 1976. 456 с.
13. *Нефедов С.И.* Задача выбора рационального диапазона рабочих частот для РЛС радиовидения космических аппаратов // *Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана*. 2011. № 10. URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/216417.html>

14. Абраменко Г.В., Власов К.В., Краснощеков М.А. Практические рекомендации по применению системного анализа к проектированию сложных систем. М.: Изд-во ООО «Оргсервис-2000», 2015. 300 с.

**Власов Кирилл Владимирович** — аспирант кафедры «Автономные информационные и управляющие системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1).

**Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:**

Власов К.В. Методика постановки помех для защиты стационарных или малоподвижных объектов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2017. № 4. С. 79–87. DOI: 10.18698/0236-3933-2017-4-79-87

## JAMMING METHODS TO PROTECT STATIONARY OR SLOW-MOVING OBJECTS

K.V. Vlasov

vkv.work@gmail.com

**Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation**

### Abstract

The study tested the jamming algorithms and principles related to the field of radioelectronic warfare. The method examines the effectiveness of active and passive jamming against high-precision weapons to protect stationary and slow-moving objects. First, we carried out the analysis of open public sources and patents on existing methods and defense systems and substantiated the complex structure, which includes means of protection and means of reconnaissance and detection. Then, we found a method for protecting the complex in accordance with the proposed complex structure and developed general guidelines for jamming algorithms. Finally, we did an energy calculation based on the active homing head of the millimeter range

### Keywords

*High-precision weapons, homing head, radioelectronic warfare, estimation of efficiency, deflecting countermeasures*

## REFERENCES

- [1] Zaytsev A.G. Objects categorization. *Algoritm bezopasnosti*, 2006, no. 6, pp. 7–9 (in Russ.). Available at: [http://www.algoritm.org/arch/06\\_6/06\\_6\\_1.pdf](http://www.algoritm.org/arch/06_6/06_6_1.pdf)
- [2] Grechishnikov E.V., Komolov D.V. Sposob zashchity ob"ekta ot upravlyaemykh raket [A method of objects protection against guided missile]. Patent RF 2390721. Publ. 27.05.2010.
- [3] Utemov S.V., Potapov V.V. Sposob zashchity ob"ekta ot upravlyaemykh raket [A method of objects protection against guided missile]. Patent RF 2320949. Publ. 27.03.2008.
- [4] Levshin E.A., Onufrienko V.V., Rekhviashvili V.N., Glukhov V.S., Pavlov P.V., Nepomiluev A.Yu., Korovin R.A. Sposob zashchity malorazmernogo podvizhnogo ob"ekta ot vysokotochnogo oruzhiya s lazernym navedeniem [Method of small moving object protection from high-precision weapon with laser guidance]. Patent RF 2563472. Publ. 20.09.2015.



- [5] Mikhaylov A.A., Mikhaylova S.A. Sposob zashchity ob"ekta radiosvyazi ot radionavodimogo vysokotochnogo oruzhiya i sistema ego realizatsii [Method for radio-communication object protection from precision weapons with radio guidance and its realization system]. Patent RF 2516265. Publ. 20.05.2014.
- [6] Ogorkewicz R.M. Detection and obscuration counter anti-armor weapons. Development of active protection systems for combat vehicles is slowly gathering momentum. *Jane's International Defence Review*. 2003, January, pp. 49–53.
- [7] Donskov Yu.E. Protection of tactical units in a combat operation (battle). *Military Thought*, 2006, no. 2, pp. 16–20 (in Russ.).
- [8] Donskov Yu.E., Tatarchukov V.A., Zagorud'ko A.V. On the protection of the tactical troop formations in combined-arms combat. *Military Thought*, 2006, no. 11, p. 43 (in Russ.).
- [9] Donskov Yu.E., Tatarchukov V.A., Zagorud'ko A.V. Protection of tactical units in the course of operation: methodological aspect. *Military Thought*, 2006, no. 4, p. 42 (in Russ.).
- [10] Khadzhieva Ya.Ya. et al. Sposob obnaruzheniya nazemnykh vystrel'ov, sposob postanovki aerazol'nykh masok-pomekh nad kolonnami i gruppami podvizhnoy tekhniki ili dlinnomernymi ob"ektami i komplekt apparatury optiko-elektronnoy razvedki i optiko-elektronного podavleniya dlya ikh osushchestvleniya [Ground shot detecting method, method of planting jamming masks above columns and mobile machinery groups or long-length objects and the set of electrooptic reconnaissance equipment for their implementation]. Patent RF 2495358. Publ. 10.10.2013.
- [11] Evdokimov V.I., Gumenyuk G.A., Andryushchenko M.S. Nekontakt'naya zashchita boevoy tekhniki [Non-contact weaponry protection]. Sankt-Petersburg, Renome Publ., 2009. 176 p.
- [12] Skol'nik M.I. Spravochnik po radiolokatsii. T. 1: Osnovy radiolokatsii [Radiolocation guide. Vol. 1. Fundamentals of radiolocation]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1976. 456 p.
- [13] Nefedov S.I. The problem of choice of efficient working frequency range for space vehicle imaging radar. *Nauka i obrazovanie: nauchnoe izdanie MGTU im. N.E. Baumana* [Science and Education: Scientific Publication of BMSTU], 2011, no. 10 (in Russ.).  
URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/216417.html>
- [14] Abramenko G.V., Vlasov K.V., Krasnoshchekov M.A. Prakticheskie rekomendatsii po primeneniyu sistemnogo analiza k proektirovaniyu slozhnykh sistem [Practical recommendations on system analysis application for complex system engineering]. Moscow, OOO "Orgservis-2000" Publ., 2015. 300 p.

**Vlasov K.V.** — post-graduate student of Autonomous Information and Control Systems Department, Bauman Moscow State Technical University (2-ya Baumanskaya ul. 5, str. 1, Moscow, 105005 Russian Federation).

**Please cite this article in English as:**

Vlasov K.V. Jamming Methods to Protect Stationary or Slow-Moving Objects. *Vestn. Mosk. Gos. Tekh. Univ. im. N.E. Baumana, Priborostr.* [Herald of the Bauman Moscow State Tech. Univ., Instrum. Eng.], 2017, no. 4, pp. 79–87. DOI: 10.18698/0236-3933-2017-4-79-87