

Бирюков И.Ю.

## РАСЧЕТ СРЕДНИХ ОШИБОК, ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ РАЗВЕДКИ НАЗЕМНЫХ ЦЕЛЕЙ

Современный этап развития объектов бронетехники характеризуется несоответствием дальности обнаружения наземных типовых целей с помощью устанавливаемых оптических и инфракрасных приборов и дальности стрельбы соответствующего вооружения [1–3].

Увеличение дальности обнаружения цели вскрывает противоречие между последней и дальностью эффективной стрельбы. Это приводит к необходимости усовершенствования вооружения, а также поиска и разведки целей [4–8].

Как правило, наземная разведка [9] ведется невооруженным глазом с использованием оптических и инфракрасных средств, фотографированием, радиолокационными и звукометрическими станциями на ближних расстояниях. Воздушная разведка ведется с вертолетов, самолетов, БПЛА [10], обычно с малых высот, только визуальным наблюдением, фотографированием, с помощью радиолокационных станций и инфракрасных средств [2].

Несмотря на маскировку целей [2,10], главным фактором их обнаружения остается статическое или динамическое состояние. Подвижные и малоподвижные цели обнаружить гораздо легче, чем неподвижные. Более того, нужно отметить тот факт, что пока цель не начнет движение обнаружить ее проблематично, несмотря на такие демаскирующие ее свойства как акустические возмущения и тепловое излучение [2–3, 9–10].

В процессе функционирования танкового вооружения основным является разведка и обнаружение целей. Приведенная в статье [11] циклограмма подготовки стрельбы из танка не учитывала определенные факторы. Поэтому в работе [12] была предложена аналитическая марковская модель функционирования вооружения танка и приведена пооперационная последовательность при стрельбе и модель, которая позволяет получать численные результаты. Непосредственно в работах [13,14] смоделировано функционирование комплекса бронетанкового вооружения с применением аппарата дискретных цепей Маркова, совместно с положениями теории массового обслуживания.

Следует подчеркнуть, что приведенная модель может быть отнесена к начальному уровню с последующим ее развитием и насыщением информации о подсистемах. Кроме того, могут быть использованы и дополнительные, так называемые вложенные модели, которые более детально рассматривают функционирование отдельных подсистем. В данной работе это будет показано при расчете ошибок в координатах целей, определяемых перспективным комплексом разведки БТТ дополнительной оптико-акустической подсистемой выявления наземных неподвижных целей.

В статье [15] представлен способ расчета точности определения координат артиллерийских орудий и минометов, разрывов соответствующих боеприпасов, с использованием автоматизированного звукометрического комплекса разведки (АЗКР) П-2, который состоит из трех звуковых баз, расположенных по фронту разведки. Авторы решают задачу № 1 расчета случайных ошибок при определении координат звучащей цели. Во время работы АЗКР определялись пеленги В1, В2 из центров баз П1 и П2 на источник звука Р (рис. 1).

Однако эти расчеты сопровождаются определенными погрешностями:

- в измерении дирекционных углов на цель;
- топографической привязки центров директрис звуковых баз;
- определения длины акустических баз;
- определения разности времени прихода звука к постам соответствующей акустической базы;
- в учете изменения метеорологических условий (ветра, температуры воздуха) со временем.

В результате решения этой задачи определены срединные ошибки координат цели в полосе разведки АЗКР (по дальности и по направлению), которые по их мнению, позволяют в дальнейшем определить способ поражения разведанной цели [15].

Однако необходимо заметить, что артиллерийские боеприпасы и мины имеют инерционное движение по траектории, точность попадания которых зависят от рассеивания самих боеприпасов.

С другой стороны необходимо учитывать требования к прибору, потому что чем больше дальность до цели, тем будет больше абсолютная ошибка определения дальности. Для акустической компоненты разведки наземных подвижных цели необходимо не только обнаружить ее координаты с какой-то точностью, а принципиально обнаружить цель (шумящий объект) и идентифицировать ее до визуального обнаружения.

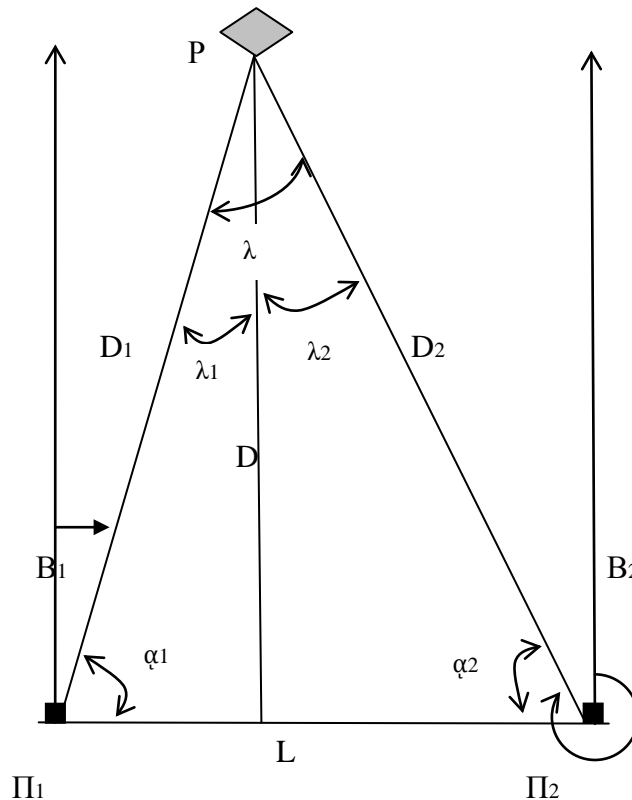


Рисунок 1 – Схема определения углов засечки

Тем не менее задача точности существует при определении дальности до шумящего объекта [16], что представляет задачу № 2, которая в свою очередь состоит из двух составляющих:

1. Решение первой тривиальной задачи – определение координат цели.
2. Решение второй задачи – обнаружение шумящего объекта, как цели, с использованием типовых портретов [3], с последующими выводами: ее подвижности, не подвижности, удаляющаяся или приближающаяся, с последующим обнаружением ее оптическими приборами наблюдения.

Эта задача может быть решена и с помощью одного решения, с одновременным определением пеленга на цель. Эту задачу необходимо решить дважды для определения скорости ее движения (рис. 2).

Одинокий шумящий объект характеризуется интенсивностью излучаемого звука или приведенным акустическим давлением  $P_0$ , создаваемым им на расстоянии 1 м, на частоте 1 кГц в полосе 1 Гц. Частота 1 кГц и полоса 1 Гц берутся в случае, если задача будет решаться для множества обнаружителей (приемников) с различными параметрами. Если же один и тот же приемник звука один с достаточно узкой полосой, от  $f_B$  верхней до  $f_H$  нижней частот, то необходимо знать приведенное значение акустического давления (на расстоянии 1 м) в полосе обнаружителя  $\Delta f = f_B - f_H$ . Центральная частота полосы пропускания определяется как среднее геометрическое верхней и нижней частот, т.е.  $f_0 = (f_B \cdot f_H)^{1/2}$ . Затухание звука во всей полосе рассматриваемых частот происходит из-за звукопоглощения атмосферой, определяется степенной зависимостью  $10^{-0,1 \cdot \alpha \cdot D}$ , где  $\alpha$  – коэффициент затухания звука на частоте  $f_0$ , а  $D$  – расстояние от источника шума до рассматриваемой точки в 1 км [17–20].

Кроме того, приемник шума характеризуется определенным уровнем помех, которые постоянно присутствуют в полосе принимаемых шумов –  $P_{П}$ , и определенной направленностью, определяемой коэффициентом направленного действия –  $j$ .

Условие решения составления – это выделение полезного сигнала (шума от определенного источника) на фоне помех, присутствующих в полосе обнаружения в полосе обнаружителя, т.е.

$$I_C \geq \delta^2 I_{П} \quad \text{или} \quad P_C^2 \geq \delta^2 P_{П}^2, \quad (1)$$

где  $I_C$ ,  $I_{П}$  – интенсивность полезного сигнала и помехи, определяемая соответствующими квадратами давления  $P_C$ ,  $P_{П}$ ;  $\delta$  – коэффициент распознавания, минимальное отношение сигнала и помех, которое

может регистрироваться приемным устройством при заданных значениях вероятностей правильного обнаружения и ложной тревоги.

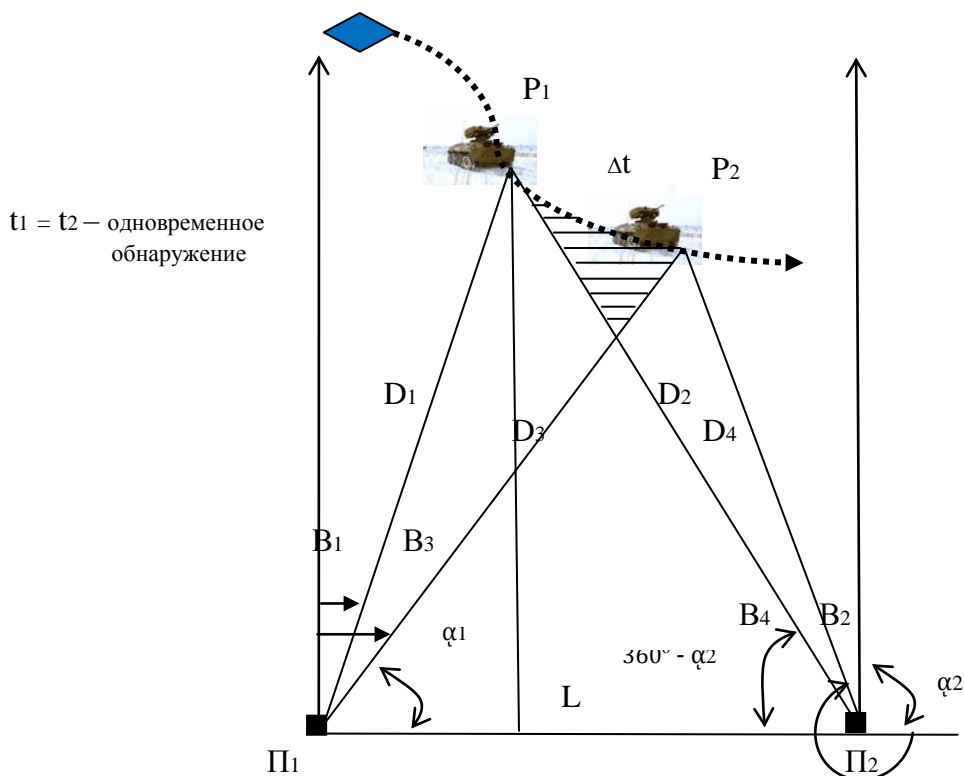


Рисунок 2 – Схема к задаче № 2

Таким образом, условием решения задачи является выделение полезного сигнала на фоне помех приемного устройства от акустической сферической волны, затухающей по стеной зависимости, излученной одиночной точечным шумящим источником, характеризующегося значением излучаемого акустического давления на расстоянии 1 м от него, приведенного к полосе приемного устройства [16].

#### Аналитическое решение задачи

Решение задачи определяется выражением (1). Соответственно квадрат давления полезного сигнала  $P_C^2$  будет полностью определяться значением излучаемого сигнала на расстоянии одного метра, приведенного к полосе приемного устройства –  $P_0^2$ . По мере удаления от источника шума величина этого давления будет уменьшаться вследствие расширения фронта сферической волны на величину, обратно пропорциональную квадрату расстояния между шумящим объектом и устройством для его обнаружения, то есть  $1/4\pi D^2$ . Кроме этого, квадрат давления распространяющейся сферической волны будет уменьшаться вследствие поглощения атмосферой звука по степенной зависимости, или, говоря другими словами, интенсивность сферической волны будет постоянно уменьшаться на величину  $10^{-0,1 \cdot \alpha \cdot D_{км}}$ .

В то же время, за счет направленного действия приемного устройства, интенсивность принимаемого полезного сигнала будет увеличиваться на величину, равную значению коэффициента направленного действия обнаружителя шума.

С учетом вышеперечисленного условие обнаружения полезного сигнала примет вид

$$\frac{P_0^2 \cdot j \cdot 10^{-0,1 \cdot \alpha \cdot D_{км}}}{4\pi D^2} \geq \delta^2 P_{\Pi}^2 \quad (2)$$

Произведем последовательно логарифмирование и умножение обеих частей неравенства (2) на десять, после чего произведем перенос ряда членов из левой части неравенства в правую. В итоге получим выражение (3)

$$-[20\lg D + \alpha \cdot D_{\text{км}} + 10\lg(4\pi)] \geq 20\lg \delta + 20\lg P_{\Pi} - 20\lg P_0 - 10\lg j. \quad (3)$$

С учетом того, что  $10\lg(4\pi) = 10,992 \approx 11$  дБ может быть записано в виде

$$-[20\lg D + \alpha \cdot D_{\text{км}} + 11\text{дБ}] \geq 20\lg \delta + 20\lg P_{\Pi} - 20\lg P_0 - 10\lg j. \quad (4)$$

Левая часть (4) содержит значение дистанции  $D$  между источником шума и приемным устройством, измеряемом в м, это же значение в м –  $D_{\text{км}}$ , величину затухания звука в атмосфере  $\alpha$ , измеряемом в  $\text{дБ} \cdot \text{км}^{-1}$ . Безусловно, значение  $\alpha$  зависит от  $f_0$ , и чем выше частота, тем больше затухание. Это выражение еще называют закономерностью следа акустического поля в однородной безграничной атмосфере, когда на распространение сферической волны кроме поглощения звука в атмосфере ничто не влияет (ни подстилающая поверхность, ни рельеф местности, ни стратификация атмосферы и др). Строго говоря, децибел – относительная единица измерения, по этой причине должна быть запись  $20\lg \frac{D}{D_0}$ , но поскольку

$D_0 = 1$  м, оно опускается для упрощения записи. Аналогичным образом в правой части коэффициенты распознавания  $\delta$  и направленного действия  $j$  являются относительными единицами, а значения приведенного давления  $P_0$  и давления помех  $P_{\Pi}$  измеряются в выражении (4) относительно  $P_1$  – порогового уровня, равного 1 Па. Это значит, что в децибельной записи  $20\lg \frac{P_0}{P_1}$  и  $20\lg \frac{P_{\Pi}}{P_1}$  запись порогового уровня

можно опустить.

В отличие от левой части, правая часть выражения (4) содержит конкретные технические параметры шумящего объекта и приемного устройства, обеспечивающего его обнаружение. По этой причине правую часть можно назвать энергетическим потенциалом устройства обнаружения по конкретному шумящему объекту –  $\Pi_{\Sigma}$ , т.е.

$$-(20\lg D + \alpha \cdot D_{\text{км}} + 11\text{дБ}) \geq \Pi_{\Sigma}. \quad (5)$$

Получаем, что текущее значение дистанции в метрах, при котором достигается равенство закономерности спада акустического поля в однородной безграничной атмосфере, равно энергетическому потенциалу приемного устройства по конкретному шумящему объекту в децибелах и является искомым значением энергетической дальности обнаружения этого шумящего объекта.

#### *Методика выполнения расчетов и ее геометрическая интерпретация*

Методика выполнения расчетов по определению энергетической дальности шумящих объектов состоит из трех групп действий [16]. Первое – вычисление энергетического потенциала; второе – расчет закономерности спада акустического поля в однородной безграничной среде; третье – определение значения дистанции, при котором достигается равенство энергетического потенциала и закономерности спада акустического поля.

Вычисление энергетического потенциала осуществляется главным образом по паспортным данным приемного устройства, осуществляющего прием акустических сигналов. Коэффициент распознавания определяется схемами обработки и индикации принимаемых сигналов и равен 1,5...4 (3,4...12 дБ). Уровень помех в полосе приема также является паспортной величиной, которая экспериментально определяется во время изготовления приемного устройства, а также после выполнения текущих и средних расчетов. В зависимости от частотного диапазона и класса приемных устройств значения уровня помех могут изменяться от -20 до -80 дБ. Коэффициент направленного действия микрофонов в зависимости от используемого частотного диапазона и дополнительной рупорной системы может быть 10...100, что составляет 10...20 дБ. Единственный параметр, которым характеризуется шумящий объект, – это приведенное к полосе приемного устройства давление на расстоянии 1 м. Этот параметр изменяется в очень широких пределах. Например, при относительном уровне 1 Па шум работающей автомашины (типа BMW) равен 40 дБ, а двигатель дизель-компрессора составляет +70 дБ.

Исходя из приведенных примеров, энергетический потенциал акустического приемного устройства по одиночному шумящему объекту может изменяться в пределах -16,5...-158 дБ.

Расчет закономерности спада акустического поля производится в соответствии с левой частью выражений (4) или (5). Пусть для нашего приемного устройства и его средней частоты (среднегеометрической верхней и нижней частот полосы пропускания)  $\delta$  – коэффициент затухания  $\alpha$  – составляет  $12,5 \text{ дБ} \cdot \text{км}^{-1}$ . То-

гда значение закономерности спада акустического поля и ее составляющих будут такими, как показано в таблице 1.

Таблица 1 – Составляющие закономерности спада акустического поля в однородной безграничной атмосфере

$D_M$	$20\lg D$	$\alpha \cdot D_M$	$\Sigma$	$D_M$	$20\lg D$	$\alpha \cdot D_M$	$\Sigma$
1000	60,0	12,5	-83,5	6000	75,56	75,0	-161,56
2000	66,0	25,0	-102,0	7000	76,80	87,5	-175,4
3000	69,54	37,5	-118,04	8000	78,06	100,0	-189,06
4000	72,04	50,0	-133,04	9000	79,08	112,5	-202,58
5000	73,98	62,5	-147,8	10000	80,0	125,0	-216,0

Сопоставляя значения энергетического потенциала, равного -16,5 дБ и -158 дБ, со значениями закономерности акустического поля в однородной безграничной атмосфере и применяя правила линейной интерполяции, получим, что энергетическая дальность обнаружения работающей одиночной машины типа BMW составляет около 150 м, а работающего дизель-компрессора – 5,8 км.

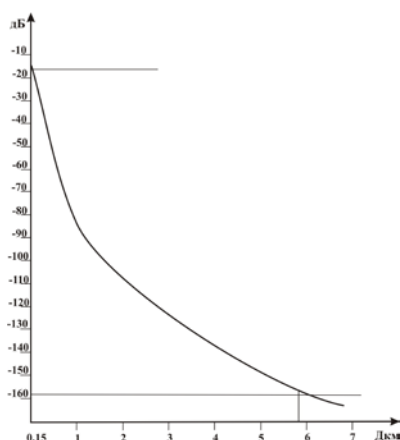


Рисунок 3 – Графическая интерпретация решения неравенства энергетической дальности действия

Графическая интерпретация решения неравенства энергетической дальности действия представлена на рисунке 3, где спадающая ломаная – закономерность спада акустического поля, построенная по данным таблицы, а горизонтальные линии соответствуют уровню энергетического потенциала, равного – 16,5 и -158 дБ.

Таким образом, методика выполнения расчетов по определению энергетической дальности действия включает три группы действий, а именно: первая – вычисление энергетического потенциала приемного устройства по конкретному типу шумящего объекта; вторая – расчет закономерности спада акустического поля в однородной безграничной атмосфере; третья – определение значения дистанции, при котором достигается равенство энергетического потенциала и закономерности акустического спада.

### Выводы

1. Условием решения задачи является выделение полезного сигнала на фоне помех приемного устройства от акустической сферической волны, затухающей по стеной зависимости, излученной одиночной точечным шумящим источником, характеризующегося значением излучаемого акустического давления на расстоянии 1 м от него, приведенного к полосе приемного устройства.

2. Текущее значение дистанции в метрах, при котором достигается равенство закономерности спада акустического поля в однородной безграничной атмосфере, равно энергетическому потенциалу приемного устройства по конкретному шумящему объекту в децибелах и является искомым значением энергетической дальности обнаружения этого шумящего объекта.

3. Методика выполнения расчетов по определению энергетической дальности действия включает три группы действий, а именно: первая – вычисление энергетического потенциала приемного устройства по конкретному типу шумящего объекта; второе – расчет закономерности спада акустического поля в однородной безграничной атмосфере; третье – определение значения дистанции, при котором достигается равенство энергетического потенциала и закономерности акустического спада.

4. По акустической части в публикациях приведены научные теоретические и экспериментальные ре-

зультаты исследований, которые определяют облик дополнительной акустической системы, с помощью которой можно решить задачу идентификации цели на основе использования звуковых портретов [3, 9–10, 16, 21].

Литература

1. Анипко О.Б., Борисюк М.Д., Бусяк Ю.М. Концептуальное проектирование объектов бронетанковой техники. Монография. Х.: НТУ “ХПИ”, 2008 – 196 с.
2. Анипко О.Б., Бірюков І.Ю., Бусяк Ю.М. Комплексная проблема поиска и обнаружения наземных целей для поражения вооружением, установленным на объектах бронетехники. // Сбірник наукових праць. Акад. ВВ МВС України. – Вып. № 2(18). – Х., 2011. – С. 43–47.
3. Анипко О.Б., Бірюков І.Ю., Бусяк Ю.М. Звуковые портреты объектов бронетехники для обнаружения и распознавания целей. // Интегрированные технологии и энергосбережение. – Вып. № 3. – Х., 2011. – С. 31–36.
4. Горбунов В.А. Эффективность обнаружения целей. М. Воен. Изд., 1979 – 160 с.
5. Абчук В.А., Суздаль В.Г. Поиск объектов. М.: Советское радио, 1977.
6. Хеллман О. Введение в теорию оптимального потока. М.: Наука, 1985.
7. Гасанов Э.Э. Функционально-сетевые базы данных и сверхбыстрые алгоритмы поиска. М.: Издательский центр РГГУ, 1997 – 88 с.
8. Строцев А.А. Оптимальный поиск неподвижной цели многопозиционной информационной системой. М.: Радиоэлектроника. – Вып. № 4. – 2002.
9. Бірюков І.Ю. Основы обработки цифровых изображений для распознавания наземных целей дополнительной оптико-цифровой системой разведки объектов БТТ. // Системи озброєння і військова техніка. – Вып. № 2. – Х., 2013 – С. 95–99.
10. Бірюков І.Ю. Маскировочная окраска наземных объектов и методы их распознавания. // Інтегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ „ХПИ” 2013. – № 2. – С. 101–109.
11. Васильковский М.И. Математическая модель функционирования образца бронетанкового вооружения, оснащенного информационно-управляющей системой. // Артиллерийское и Стрелковое Вооружение. – К.: Вып. № 1. – 2011. – С. 6–11.
12. Анипко О.Б., Бусяк Ю.М., Бірюков І.Ю. Аналитическая марковская модель функционирования комплекса вооружения танка // Системи озброєння і військова техніка. – Вып. № 3. – Х., 2012 – С. 2–5.
13. Анипко О.Б., Бусяк Ю.М., Бірюков І.Ю. Модель функционирования комплекса бронетанкового вооружения на основе дискретных цепей Маркова. // Сбірник наукових праць. – Х.: Акад. ВВ. МВС України, 2013. – Вып. № 1(21). – С. 29–35.
14. Анипко О.Б., Бусяк Ю.М., Бірюков І.Ю. Модель разведки противника для повышения технических характеристик системы управления огнем танка. // Системи озброєння і військова техніка. – Вып. №2. – Х., 2012 – С. 107–110.
15. Коплык И.В. и др. Способ расчета ошибок в координатах целей, определяемых перспективным автоматизированным звукометрическим комплексом разведки. // К.: Артиллерийское и стрелковое вооружение. К.: Вып. № 1. – 2010 – С. 31–34.
16. Анипко О.Б., Бірюков І.Ю. Малик В.А., Григорьева В.Н. Энергетическая дальность обнаружения шумящих объектов. // Сборник научных трудов.– Севастополь: СКУЭИП.– Вып. 1(37).– 2011– С. 231–236.
17. Гринченко В.Т. Основы акустики / В.Т. Гринченко, И.В. Вовк, В.Т. Маципура. – К.: Наук. думка, 2007. – 640 с.
18. Дидковский В.С. Акустическая экспертиза каналов речевой коммуникации / В.С. Дидковский, М.В. Дидковская, А.Н. Продеус. – К.: Наук. думка, 2008. – 420 с.
19. Вовк И.В. Звук, рожденный потоком / И.В. Вовк, В.Т. Гринченко. – К.: Наук. думка, 2010 – 221 с.
20. ISO 9613-2:1996. Acoustic – Attenuation of sound during propagation outdoors. – P. 21. General method of Calculation. – М.: MOD, 2006. – 39 p.
21. Бірюков І.Ю. Акустическая компонента разведки наземных целей. Проблемы и решения. // Сборник научных трудов. – Севастополь: СКУЭИП. – Вып. № 3(47). – 2013 – С. 98–102.

Bibliography (transliterated)

1. Anipko O.B., Borisyuk M.D., Busyak Yu.M. Kontseptualnoe proektirovanie ob'ektov bronetankovoy tehniki. Monografiya. H.: NTU “HPH”, 2008 – 196 p.
2. Anipko O.B., Biryukov I.Yu., Busyak Yu.M. Kompleksnaya problema poiska i obnaruzheniya nazemnyih tseley dlya porazheniya vooruzheniem, ustanovlennym na ob'ektah bronetehniki. Sbirnik naukovih prats. Akad. VV MVS UkraYini. – Vyip. # 2(18). – H., 2011. – P. 43–47.

3. Anipko O.B., Biryukov I.Yu., Busyak Yu.M. Zvukovyye portrety ob'ektov bronetehniki dlya obnaruzheniya i raspoznaniya tseley. Integririvannyie tehnologii i energozberezhenie.– Vyip. # 3.– H., 2011.– P. 31–36.
4. Gorbunov V.A. Effektivnost obnaruzheniya tseley. M. Voен. Izd., 1979 – 160 p.
5. Abchuk V.A., Suzdal V.G. Poisk ob'ektov. M.: Sovetskoe radio, 1977.
6. Hellman O. Vvedenie v teoriyu optimalnogo potoka. M.: Nauka, 1985.
7. Gasanov E.E. Funktsionalno-setevyye bazyi dannyih i sverhbyistryie algoritmyi poiska. M.: Izdatelskiy tsentr RGGU, 1997 – 88 p.
8. Strotsev A.A. Optimalnyiy poisk nepodvizhnoy tseli mnogopozitsionnoy informatsionnoy sistemoy. M.: Radioelektronika. – Vyip. # 4. – 2002.
9. Biryukov I.Yu. Osnovy obrabotki tsifrovyyh izobrazheniy dlya raspoznaniya nazemnykh tseley dopolnitelnoy optiko-tsifrovoy sistemoy razvedki ob'ektov BTT. Sistemi ozbroennya i viyskova tehnika. – Vyip. # 2. – H., 2013 – P. 95–99.
10. Biryukov I.Yu. Maskirovochnaya okraska nazemnykh ob'ektov i metody ih raspoznaniya. Integrovani tehnologii ta energozberezhennya. – H.: NTU „HPI” 2013. – # 2. – P. 101–109.
11. Vaskovskiy M.I. Matematicheskaya model funktsionirovaniya obraztsa bronetankovogo vooruzheniya, osnaschenno informatsionno-upravlyayushey sistemoy. Artilleriyskoe i Strelkovoe Vooruzhenie. – K.: Vyip. # 1. – 2011. – P. 6–11.
12. Anipko O.B., Busyak Yu.M., Biryukov I.Yu. Analiticheskaya markovskaya model funktsionirovaniya kompleksa vooruzheniya tanka. Sistemi ozbroennya i viyskova tehnika. – Vyip. # 3. – H., 2012 – P. 2–5.
13. Anipko O.B., Busyak Yu.M., Biryukov I.Yu. Model funktsionirovaniya kompleksa bronetankovogo vooruzheniya na osnove diskretnyyh tsepey Markova. Sbornik nauchovykh prats. – H.: Akad. VV. MVS Uk-raYini, 2013. – Vyip. # 1(21). – P. 29–35.
14. Anipko O.B., Busyak Yu.M., Biryukov I.Yu. Model razvedki protivnika dlya povyisheniya tehnikeskikh harakteristik sistemyi upravleniya ognem tanka. Sistemi ozbroennya i viyskova tehnika. – Vyip. #2. – H., 2012 – P. 107–110.
15. Kopylyk I.V. i dr. Sposob rascheta oshibok v koordinatah tseley, opredelyaemykh perspektivnyim avtomatizirovannym zvukometricheskim kompleksom razvedki. K.: Artilleriyskoe i strelkovoe vooruzhenie. K.: Vyip. # 1. – 2010 – P. 31–34.
16. Anipko O.B., Biryukov I.Yu. Malik V.A., Grigoreva V.N. Energeticheskaya dalnost obnaruzheniya shumyashchih ob'ektov. Sbornik nauchnykh trudov.– Sevastopol: SNUYaEiP. – Vyip. 1(37). – 2011 – P. 231–236.
17. Grinchenko V.T. Osnovy akustiki. V.T. Grinchenko, I.V. Vovk, V.T. Matsipura. – K.: Nauk. dumka, 2007. – 640 p.
18. Didkovskiy V.S. Akusticheskaya ekspertiza kanalov rechevoy kommunikatsii / V.S. Didkovskiy, M.V. Didkovskaya, A.N. Prodeus. – K.: Nauk. dumka, 2008. – 420 p.
19. Vovk I.V. Zvuk, rozhdennyiy potokom. I.V. Vovk, V.T. Grinchenko. – K.: Nauk. dumka, 2010 – 221 p.
20. ISO 9613-2:1996. Acoustic – Attenuation of sound during propagation outdoors. – P. 21. General method of Calculation. – M.: MOD, 2006. – 39 p.
21. Biryukov I.Yu. Akusticheskaya komponenta razvedki nazemnykh tseley. Problemy i resheniya. Sbornik nauchnykh trudov. – Sevastopol: SNUYaEiP. – Vyip. # 3(47). – 2013 –P. 98–102.

УДК 355.40; 534.79; 623.44

Бірюков І.Ю.

### **РОЗРАХУНОК СЕРЕДНІХ ПОМИЛОК, ВИЗНАЧЕНИХ ДОДАТКОВОЮ АКУСТИЧНОЮ СИСТЕМОЮ РОЗВІДКИ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ**

Розглядається акустична компонента розвідки наземних цілей, щодо розрахунку середніх помилок під час визначення координат наземних цілей.

Birukov I.Y.

### **CALCULATION OF AVERAGE ERROR DEFINED ADDING SPEAKERS RECONNAISSANCE OF GROUND TARGETS**

The article discusses the complex problem of timely search and detection of ground targets with a view to their destruction weapons, which is set for booking equipment.