

УДК 355.40; 534.79; 623.44

И.Ю. Бирюков

*Национальная академия Национальной гвардии Украины, Харьков*

## РАЦИОНАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ СРЕДСТВ ОПТИЧЕСКОЙ И АКУСТИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОГНЕМ ОБЪЕКТА БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ

*В статье рассматривается рациональный синтез оптической и акустической разведки для системы управления огнем объекта бронетанковой техники для обнаружения и распознавания наземных целей на основе их демаскирующих признаков.*

**Ключевые слова:** рациональный синтез, дальности эффективного обнаружения целей, оптико-акустическая система разведки наземных целей, камуфляж.

### Введение

Современное развитие противотанковых средств (ПТУР), управляемых ракет (УР) и широкое насыщение ими войск (от носимых ПТУР до систем высокоточного оружия и кассетных боеприпасов) привело к смещению приоритета в сторону защищенности. При этом защищенность рассматривается как комплексное свойство объекта вооружения и военной техники вообще и бронетанковой техники (БТТ) в частности, что предполагает, в первую очередь, повышение скрытности от средств обнаружения противника. В то же время за последние 40 лет устанавливаемые на объектах БТТ приборы наблюдения, с помощью которых осуществляется обнаружение целей, целеуказание и прицеливание практически не претерпели существенных, а главное качественных изменений. Это оптические, оптико-электронные, инфракрасные приборы ночного видения, в том числе тепловизоры. Это связано с тем, что в них используются одни и те же физические принципы. Причем технические возможности использования этих принципов ограничиваются возможностями оператора, а именно его способностью воспринимать зрительные объекты.

Многочисленные экспериментальные исследования, проведенные в конце XX века по определению поисковых возможностей типовых наземных целей из танка [1 – 6] показали, что после 10 секунд поиска, если цель не обнаружена, время ее обнаружения уходит на бесконечность, то есть цель обнаружена не будет и дальнейший поиск вести нецелесообразно и следует прекратить. С другой стороны, даже такой показатель времени обнаружения как 12-15 секунд уже как минимум в 1,5 раза снижает боевую производительность танкового вооружения и по механизму зарядания составляет один выстрел за 9 секунд.

Поэтому боевая производительность комплекса танкового вооружения определяется интенсивностью обнаружения цели для последующего определения

дальности до нее, распознавания и идентификации. Очевидно, что в современных условиях повышения скрытности типовых целей БТТ для повышения боевой производительности системы управления огнем (СУО) танка необходимо использование других физических принципов для выявления соответствующих демаскирующих факторов. Поэтому задача оснащения СУО дополнительными комплексами обнаружения целей представляется актуальной и практически важной [7 – 9].

### Изложение основного материала

Один из путей усовершенствования комплекса приборов наблюдения и обнаружения типовых наземных целей, связан с созданием дополнительной оптико-акустической системы разведки типовых целей на основе использования контрастирования цифровых изображений на сканируемой местности и акустических возмущений, генерируемых объектами БТТ [9].

Решение данной проблемы с помощью оптико-акустической разведки наземных целей имеет множество аспектов, как связанных с созданием новых образцов БТТ с пониженным шумовым полем, так и с уменьшением других демаскирующих признаков, в первую очередь принимающих возмущения различных физических полей [10].

Кроме того, для отечественных танков характерно превышение практической дальности стрельбы (УР выстреливаемой через ствол до 5 км) и действительной дальностью обнаружения типовых наземных целей, которая не превышает 2,7 - 3,2 км.

Поэтому для снятия противоречия между дальностью стрельбы и дальностью обнаружения целей была решена задача разработки дополнительной оптико-акустической системы разведки (ДОАСР) наземных целей, представленная на рис. 1 [7, 8].

Наряду с особенностью рельефа местности, климатическими условиями, специфическими гидрометеорологическими явлениями существует еще одна

особенность - акустический (шумовой) фон. Акустический фон имеет определенные свойства и закономерности суточной и сезонной изменчивости, которые можно использовать для акустической маскировки (или обнаружения) передвижения и действий (стрельбы, шума запуска двигателей и т.д.) БТТ [11 – 14].

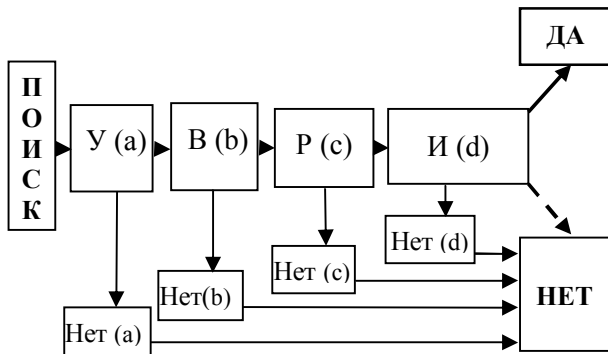


Рис. 1. Структурная схема ДОАСР: а – увидеть объект, б – выявить объект, с – распознать объект, d – идентифицировать цель

Акустическая компонента ДОАСР предусматривает бортовой приемник, способный обнаруживать по частоте и длине волны генерируемые наземными объектами БТТ шумы - в зависимости от состояния атмосферы [13]. Для этого были решены такие задачи как: определение дальности источника акустических возмущений; определение направления на шумящий объект пеленгования; влияние состояния атмосферы; регистрация акустических возмущений с использованием звуковых портретов БТТ; разработаны требования к техническим характеристикам бортовых устройств (датчиков) по обнаружению наземных целей, которым посвящены предыдущие публикации [12 – 14].

Одним из распространенных методов повышения оптической скрытности наземных объектов вооружения и военной техники является маскировочное окрашивание и камуфляж [15].

Маскировочное окрашивание БТТ производится так, что летом зеленый цвет занимает 50% поверхности машины, остальные цвета - по 25%. С наступлением осени-весны 30-50% площади пятен зеленого цвета перекрашиваются в желтый цвет, а в зимнее время до 75% покрывается белым цветом (остальная окраска темным цветом). Их поперечный размер может колебаться от 0,5 до 1,5 м. Пятна вытянутой формы наносятся под углом 30-60° к контурам машины (рис. 2).



Рис. 2. Маскировочное окрашивание боевой техники: а – летняя БМП; б – весенняя БТР-60ПБ; в – осенняя БТР-70

Также для маскировки вооружения, БТТ и сооружений от оптических средств разведки в войсках применяются, кроме подручных средств маскировки, штатные табельные средства, представленные в табл. 1 [15].

Таблица 1

Табельные маскировочные средств для БТТ

Состав комплекта	Маскировочный комплект					
	МКТ	МКТ-Т	МКТ-2М	МКТ-2Л	МКТ-2П	МКТ-2Г
Маса комплекта, кг	45	60	70	120	65	65
Плотность заполнения маск. покрытий, %	70	90	90	80	70	70
Маск. покрытие 12x18м, шт	1	1	1	-	1	1
Маск. покрытие 9x12м, шт	-	-	-	2	-	-

Основной задачей камуфляжа является искажение геометрической формы и размеров маскируемого объекта БТТ, что затрудняет не только его обнаружение, но и идентификацию и для некоторой заданной дистанции наблюдения  $l$  определяют ширину пятен и полос по формуле

$$a = k\ell / 330, \quad (1)$$

где  $a$  – ширина пятен в м;  $k$  – коэффициент, учитывающий величину объекта БТТ;  $\ell$  – дистанция м;  $1/3300$  в этой формуле есть тангенс угла в 1 минуту, т.е. наименьшего различимого глазом углового размера предмета. В результате анализа работы камуфляжей различных типов появился цифровой камуфляж. Цифровым он называется потому, что его рисунок состоит из отдельных “пикселей”, подобно растровому изображению на экране компьютера, и потому, что его разработка немыслима без соответствующего компьютерного обеспечения (рис. 3).



Рис. 3. Образцы цифрового камуфляжа БТТ: а – лето; б – зима; в – весна, осень; д – комбинированный

Цифровой камуфляж, помимо маскировки крупных пятен, не позволяет глазу сосредоточиться на объекте БТТ даже если объект движется. В результате такой камуфляж настолько скрывает движение, что ни одна другая расцветка выполнить не в состоянии. Одним из физических методов обнаружения целей является оптический. Для осуществления оптической разведки целей, кроме оптических приборов необходимо иметь данные об оптической заметности объектов БТТ для их распознавания и идентификации с последующим выявлением в узком секторе оптическими приборами.

В ряде работ [16, 17] приведены теоретические положения, которые определяют основы создания оп-

тической ветви ДОАСР наземных целей. Для построения контуров типовых наземных целей, соответственно обычному фону, разработаны теоретические основы их цифрового изображения с использованием принципа поиска границы, скачкообразные изменения яркости изображения с последующим очерчиванием контура объекта БТТ. Для этой системы на основе серии экспериментальных исследований созданы типовые портреты разных ракурсов объектов БТТ (БТР-60ПБ, БТР-70, БТР-80, БТР-3) [16, 17].

Существующие РЛС, ИК системы разведки получают информацию путем приема и анализа сигналов соответствующих диапазонов, распространяющихся в воздушной среде от объектов. Каждый из этих процессов описывается сложной системой уравнений, которая имеет ограниченное число решений при определенных, как правило, идеальных условиях. Поэтому оптимизация каждой из этих систем представляет собой проблемную задачу, а с учетом многообразия различных факторов, опознающих влияние на процессы распространения возмущений в воздушной среде, эта задача становится неразрешенной. Тогда следует говорить о системе, построенной на основе рационального синтеза, когда каждый из физических принципов, использованных в технических средствах фиксирует свой диапазон длин волн.

Акустическая проводимость также существенно зависит от состояния воздушной среды, в которой распространяется звук, от температуры окружающей среды и влажности. Происходят искажения звука, связанные с рельефом местности. При этом сама земная поверхность влияет на его распространение (процессы поглощения и отражения звуковых волн, разная плотность грунта, параметры атмосферы в околоземной поверхности) [12, 13].

Конкретная задача обнаружения любых целей решается путем выявления демаскирующих признаков, что представлено на рис. 4 [9, 10].

Еще раз подчеркнем, что задача оптимизации с учетом сложностей, связанных с существующими погодными условиями, рельефом местности и различными физическими принципами работы различных типов систем разведки, направленная на построение оптимальной акустической системы не может быть не только решена, но и полноформатно обусловлена, иными словами - построение целевой функции представляется весьма проблематичным.

Также необходимо отметить, что рациональный синтез комплексной оптико-электронной и акустической систем, как дополнительной системы, представляет собой не оптимальное решение. В свою очередь известно, что синтез оптимальных подсистем в систему более высокого уровня не дает оптимальной системы. В результате решения комплекса теоретических и экспериментальных задач исследования установлены требования к оптико-электронным и акустическим каналам ДОАСР, которые заключаются в следующем [18]:

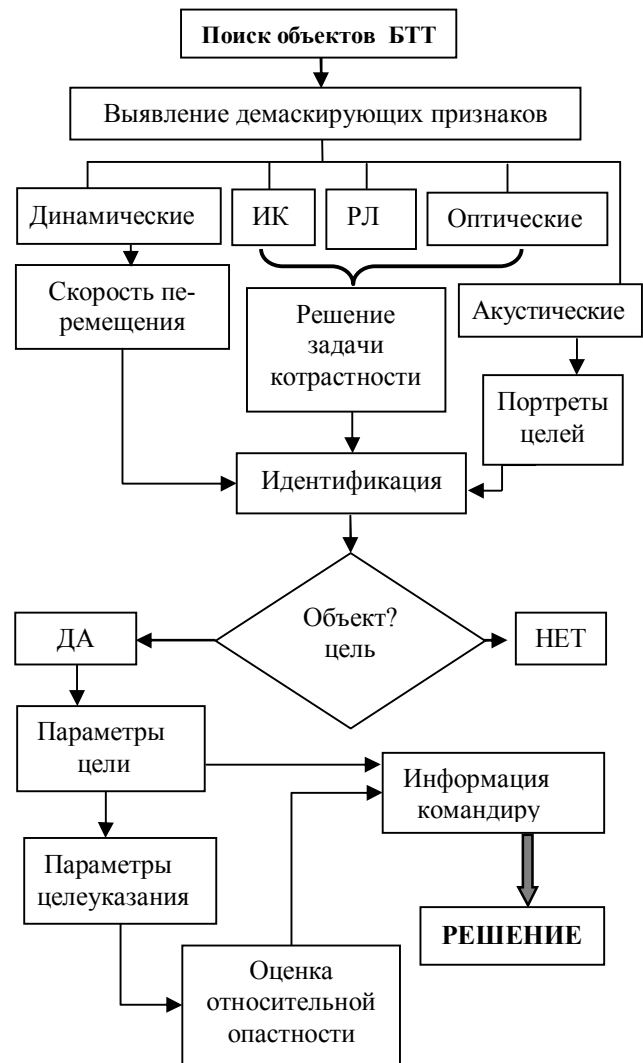


Рис. 4. Пооперационная схема решения задачи обнаружения цели

- установка акустического устройства для пеленгования шумов и получения акустических портретов наземных целей производится строго в соответствии с проведенными расчетами и их компоновкой на башне БТТ;

- в качестве оптико-электронного устройства для сканирования местности с целью получения цифровых контуров наземных целей необходимо использовать цифровые зеркальные фотоаппараты марки NIKON D3200, D5100, применяя соответствующие фильтры;

- точность определения направления на шумящий объект (от 2 до 12 градусов);

- рабочее время системы (по регистрации, идентификации и индикации - 1 секунда, с наведением орудия в направлении на акустическую цель до 20 секунд);

- длительность и интенсивность регистрируемых сигналов (минимальная с уровнем фона  $0,5 \cdot 10^{-5}$ , максимальная -  $2 \cdot 10^{-5}$  Па);

- высокогабаритные характеристики (не более 25 кг);

- возможность размещения на платформах (подвижных и стационарных);
- стоимостные показатели комплектующих, без учета стоимости оптико-цифровой аппаратуры.

## Выводы

Таким образом, практически установлены требования и определены практические рекомендации к оптико-электронным и акустическим каналам для ДООАСР на основе анализа и обработки цифровых изображений и регистрации акустических возмущений с использованием звуковых портретов БТТ, необходимых для решения задачи идентификации этих целей [9, 10, 12-15, 18]. С учетом вышесказанного, комплексная разведка целей объектами БТТ представляется как синтез оптических, акустических, тепловизионных, радиолокационных приборов, основанных на других физических принципах, каждый из которых решает задачу обнаружения цели на определенной дальности на основе конкретного демаскирующего признака в своем поле шумов.

## Список литературы

1. Абчук В.А. Поиск объектов / В.А. Абчук, В.Г. Суздаль. – М.: Сов. радио, 1977. – 336 с.
2. Горбунов В.А. Эффективность обнаружения целей / В.А. Горбунов. – М. Воен. изд., 1979. – 160 с.
3. Опознавание боевых бронированных машин армий капиталистических государств: Справочник / под ред. И.К. Вильчинского. – М.: Воен. изд., 1974. – 200 с.
4. Расчетно-теоретическая оценка поисковых возможностей танков и боевых машин пехоты : отчет по НИР. – П.Я. А-7701. 1983. – 142 с.
5. Кокоулина Н.А. Методы обнаружения и распознавания объектов бронетанковой техники лазерными локационными системами / Н.А. Кокоулина. – М.: ЦНИИИ и ТЭИ. – 1988. – 65 с.
6. Физические основы методов и средства маскировки вооружения военной техники и военно-промышленных объектов от оптических средств иностранных технических разведок. ч. 1. / Ю.М. Воронин, Л.Г. Евсиков, и др. – Л.: ГОИ им С.И. Вавилова, 1989. – 128 с.
7. Борисюк М.Д. Модернизация танкового парка сухопутных войск – насущная задача в процессе реформирования вооруженных сил Украины / М.Д. Борисюк, Ю.М. Бусяк, Л.К. Магерамов // Интегрированные технологии и энергосбережение. – Х.: НТУ “ХПИ”, 2005. – № 2. – С. 101-104.
8. Бусяк Ю.М. От конкуренции - к интеграции: перспективные направления сотрудничества со странами НАТО в области бронетанковых и артиллерийских систем вооружения / Ю.М. Бусяк, О.Б. Анипко, В.В. Заозерский // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2006. – 2(8). – С. 37-39.
9. Анипко О.Б. Комплексная проблема поиска и обнаружения наземных целей для поражения вооружением, установленным на объектах бронетехники / О.Б. Анипко, И.Ю. Бирюков, Ю.М. Бусяк // Збірник наукових праць. – Х.: АБВ МВС України. 2011. – № 2. – С. 43-47.
10. Анипко О.Б. Физические принципы разработки и создания комплексной оптико-акустической подсистемы обнаружения наземных целей объектами бронетехники / О.Б. Анипко, И.Ю. Бирюков // Интегрированные технологии и энергосбережение. – Х.: НТУ „ХПИ”. 2012. – № 3. – С. 48-54.
11. Урих Р.Д. Основы гидроакустики. Пер. с англ. / Р.Д. Урих. – Л.: Судостроение, 1978. – 448 с.
12. Анипко О.Б. Акустичні властивості атмосфери / О.Б. Анипко, И.Ю. Бирюков, М.М. Дивизинюк // Збірник наукових праць. – Севастополь: СМУЯЕиП. 2010. – № 4 (36). – С. 239-244.
13. Бирюков И.Ю. Акустическая компонента разведки наземных целей. Проблемы и решения / И.Ю. Бирюков // Збірник наукових праць. – Севастополь: СМУЯЕиП. – № 3(47). – 2013. – С. 98-102.
14. Анипко О.Б. Звуковые портреты объектов бронетехники для обнаружения и распознавания целей / О.Б. Анипко, И.Ю. Бирюков, Ю.М. Бусяк // Интегрированные технологии и энергосбережение. – Х.: НТУ “ХПИ”. 2011. – № 3. – С. 31-36.
15. Бекетов А.А. Маскировка действий подразделений СВ / А.А. Бекетов, А.П. Белоконов, С.Г. Чермашенцев. – М.: Воен. изд., 1976. – 140 с.
16. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений. Пер. с англ. / Р. Гонсалес. – М.: Техносфера. 2005. – 1967 с.
17. Оптико-механические приборы – 2 изд., перераб. и доп. / С.В. Кулагин, А.С. Гоменюк, В.Н. Дикарев и др. – М.: Машиностроение, 1984 – 352 с.
18. Бирюков И.Ю. Комплексный метод обнаружения и распознавания наземных целей на основе анализа цифровых изображений и регистрации акустических возмущений. / О.Б. Анипко. // Интегрированные технологии и энергосбережение: –Х.: НТУ „ХПИ”. 2014. – № 4. – С. 51-57.

Поступила в редколлегию 17.02.2015

**Рецензент:** д-р. техн. наук, доцент И.Б. Ковтонюк, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

## РАЦІОНАЛЬНИЙ СИНТЕЗ ЗАСОБІВ ОПТИЧНОЇ ТА АКУСТИЧНОЇ РОЗВІДКИ ДЛЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ ОБ'ЄКТА БРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ

І.Ю. Бірюков

В роботі розглядається раціональний синтез засобів оптичної та акустичної розвідки управління вогнем об'єкта бронетанкової техніки для знаходження і розпізнавання наземних цілей на основі їх демаскуючих при знаків.

**Ключові слова:** раціональний синтез, дальності ефективного виявлення цілей, оптико-акустична система розвідки наземних цілей, камуфляж.

## SYNTHESIS OF RATIONAL VISUAL AND ACOUSTIC RECONNAISSANCE FOR FIRE CONTROL SYSTEM OBJECT ARMORED VEHICLES

I.Y. Birukov

We consider the rational synthesis means of optical and acoustic exploration fire control object armored vehicles to find and recognition ground targets based on their tell-tale signs in.

**Keywords:** rational synthesis, fire unit, range of effective target detection, optical-acoustic system reconnaissance of ground targets, camouflage.