

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
Факультет приборостроения,
информационных технологий и
электроники

Кафедра
«Информационная безопасность
систем и технологий»

Специальность 10.05.02 –

Специализация -

Информационная безопасность
телекоммуникационных систем
Разработка защищенных
телекоммуникационных систем

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

на тему

СПОСОБ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ОБНАРУЖЕНИЮ ОБЪЕКТОВ
ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИНОСТРАННЫХ ФОТО И
ВИДЕО СРЕДСТВ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Студент	_____	<u>Благушин Дмитрий Сергеевич</u>
Руководитель	_____	<u>Сидоров М.В.</u>
Нормоконтролёр	_____	<u>Иванов А.П.</u>
Рецензент	_____	<u>Будникова М.В.</u>

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____ № _____)

Заведующий кафедрой _____ С.Л. Зефилов

Работа защищена с отметкой _____ (протокол заседания ГЭК
от _____ № _____)

Секретарь ГЭК _____ А.Г. Фатеев

Пенза 2017

РЕФЕРАТ

Отчет содержит: 91 с., 14 рис., 75 табл., 22 источника, 1 приложение.

СПОСОБ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ, МЕТОДИКА РАСЧЕТА, ОСВЕЩЕННОСТЬ ОБЪЕКТОВ, ЯРКОСТЬ ФОНА, ЯРКОСТЬ ОБЪЕКТА, ВЕРОЯТНОСТЬ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ, ДЕМАСКИРУЮЩИЕ ПРИЗНАКИ, КЛАССИФИКАЦИЯ ИНОСТРАННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РАЗВЕДОК.

Объект исследования: Способ противодействия обнаружению объектов военного назначения с помощью иностранных фото и видео средств двойного назначения.

Цель работы – разработка способа противодействия обнаружению объектов военного назначения с помощью иностранных фото и видео средств двойного назначения по оптико-визуальному каналу утечки информации.

В дипломной работе проводится анализ иностранных фото и видео средств двойного назначения как массового использования, так и профессионального, представленных на рынке.

Для защиты от фото и видео средств двойного назначения по оптико-визуальному каналу утечки информации был использован способ противодействия обнаружения объектов военного назначения включающий в себя расчеты для следующих типовых объектов военного назначения: боевая машина пехоты, радиостанция, человек. Для данного способа противодействия были произведены расчеты в различных климатических зонах и климатических условиях на расстояниях наблюдения 1 км, 5 км, 10 км. С применением мер противодействия и без них. Предложены эффективные яркости объектов для различных условий, чтобы распознаваемость объектов была менее 0.25.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	11
1 Классификация иностранных технических разведок.....	13
1.1 Работа иностранного государства по поиску разведывательной информации с помощью ТСР.....	13
1.2 Классификация ИТР. Возможности видов технической разведки..	14
2 Демаскирующие признаки объектов.....	17
3 Оценка возможностей технической разведки по добыванию информации.	21
3.1 Основные показатели средств технической разведки.....	21
3.2 Вероятность обнаружения объектов.....	21
4 Методика расчета вероятности обнаружения и распознавания объектов...	24
4.1 Методика расчета вероятностей обнаружения и распознавания объекта аппаратурой фоторазведки.....	24
5 Оптические характеристики объектов и их связь с демаскирующими признаками.....	27
5.1 Контрасты между объектами и фонами	27
5.2 Освещенность объектов и фонов	29
5.3 Отражение излучений объектами и фонами.....	30
5.4 Видимость объектов.....	35
6 Расчет вероятности обнаружения.....	39
6.1 Расчет вероятности обнаружения объектов военного назначения для различных климатических зон с учетом климатических условий характерных для данных зон на различных дистанциях.....	39
6.2 Выбор средств противодействия.....	63
6.3 Расчет обнаружения объектов военного назначения с различными способами противодействия.....	64
Заключение.....	87
Список использованных источников.....	89
Приложение А Протокол проверки ВКР на оригинальность.....	91

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Демаскирующие признаки - признаки объектов, по которым можно распознать объект, который они характеризуют. Если необходимо предотвратить возможность идентификации защищаемого объекта, то проявление демаскирующих признаков - есть уязвимость объекта для угрозы его распознавания потенциальным злоумышленником [1].

Техническая разведка - получение сведений путем сбора и анализа информации техническими средствами [2].

Гаджет - небольшое приложение, предоставляющее дополнительную информацию, например, прогноз погоды или курс валют [3].

Носитель информации - среда для записи и хранения информации.[4]

Ложная тревога - извещение о тревоге, формируемое о результате ошибки, вызванной следующими причинами: случайным нажатием ручного вызывного устройства, дефектом или отказом элемента системы, ошибочными действиями пользователя [5].

Приемник - аппарат для приёма (сигналов, речи, музыки, изображений и т. п.) при помощи электромагнитных и иных волн[6].

Спектра сигнала - это распределение энергии сигнала по частотам. Спектр бывает амплитудный и фазовый. Если известна форма сигнала (зависимость от времени), спектр может быть рассчитан при помощи преобразования Фурье. Для периодического сигнала ряд Фурье, для непериодического - интегральное преобразование [7].

Фокусное расстояние объектива – изображение снимаемого объекта попадает в объектив, преломляется там и сводится в одну точку на определенном расстоянии от задней части объектива. Эта точка называется фокусом (точкой фокусировки), а расстояние от фокуса до линзы (системы линз) называется фокусным расстоянием [8].

Маскировка - комплекс мероприятий, направленных на введение противника в заблуждение относительно наличия, расположения, состава и действий объекта [9].

Освещенность - это световая величина, которая определяет количество света, попадающего на определенную площадь поверхности тела [10].

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ИТР - иностранные технические разведки.

ЗИ - защита информации.

ТС - технические средства.

ТСР - технические средства разведки.

ФСТЭК - Федеральной службы по техническому и экспортному контролю.

ВВЕДЕНИЕ

В момент образования в 1973 г. Государственной технической комиссии (в настоящее время – ФСТЭК России), для противодействия ИТР, основным направлением ее деятельности являлась защита информации вооружении, военной технике, в том числе от ее утечки по визуально-оптическому каналу утечки информации. Прделанные уже тогда оценки показали, что до 0,75 разведывательной информации добывалось иностранными разведками с помощью ТС.

Для выполнения этой задачи было создано второе направление (защита образцов вооружения и военной техники) и четвертое направление проведение специальных работ. Таким образом, были выполнены задачи сопровождения и реализации мер противодействия ИТР на этапах разработки и испытаний объектов защиты.

Выполнение заданий противодействию ИТР проводилось в момент создания образца вооружения и военной техники в соответствии с требованиями «Положения о государственной системе защиты информации в Российской Федерации от иностранных технических разведок [11].

Целью данной дипломной работы является разработка способа противодействия обнаружению объектов военного назначения с помощью иностранных фото и видео средств двойного назначения по оптико-визуальному каналу утечки информации.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- оценка возможностей технической разведки по добыванию информации;
- оптические характеристики объектов и их связь с демаскирующими признаками;
- расчет вероятности обнаружения объектов военного назначения для различных климатических зон с учетом климатических условий характерных для данных зон на различных дистанциях;

- выбор средств противодействия;
- оценка возможностей технической разведки при применении средств противодействия.

1 Классификация иностранных технических разведок

1.1 Работа иностранного государства по поиску разведывательной информации с помощью ТСР.

Для данного вида работ создаются системы технической разведки, в состав которых входят следующие элементы: органы управления конкретным видом технической разведки; ТСР, дающие выделить информативные признаки носителя информации, военным источником которого является объект разведки; центры получения, обработки и анализа информативных признаков; система управления техническими средствами разведки и система связи, позволяющая объединить все элементы системы.

Классификация ИТР показана на рисунке 1: по принадлежности системы технической разведки к определенному иностранному государству, например: Великобритании, Франции, Китая и т.д.; по нахождению носителей аппаратуры разведки: космическая, наземная, воздушная, морская; по территориальным особенностям применения систем технической разведки: для наземной разведки – разведка с территорий других государств и разведка непосредственно на территории России; для воздушной разведки из-за пределов территории России и разведку в воздушном пространстве России; для морской разведки в нейтральных водах, и разведку в территориальных и внутренних водах России; для космической разведки доступна вся территория России; по физическим принципам построения аппаратуры разведки выделяют следующие виды иностранной технической разведки: радиоэлектронная разведка; оптико-электронная разведка; фотографическая разведка; визуально-оптическая разведка и т.д. [6].

Радиолокационная, видовая, оптико-электронная, фотографическая и визуально-оптическая разведки относятся к видовой технической разведке. Большую опасность представляют системы космической и воздушной разведки.



Рисунок 1 - Классификация ИТР.

1.2 Классификация ИТР. Возможности видов технической разведки

Возможности различных технических видов разведки по направлениям разведывательной деятельности подразделяется на политическую, военную, экономическую и научно-техническую разведки. Политическая выполняет деятельность по получению сведений внутриполитического и внешнеполитического характера, находящиеся объектом разведки, выполняет действия по уничтожению политического строя государства. Экономическая разведка выполняет сборполученных сведений, показывающий экономический потенциал конкретной страны. К таким данным относятся природные ресурсы, промышленность, транспорт, финансы и т.п. Военная разведка выполняет сбор сведений о военном потенциале конкретного государства, о новых образцах военной техники [7].

Техническая разведка выполняет задачи по сбору информации с помощью технических разведывательных средств. Техническую разведку

можно разделить на несколько признаков. Первый признак относится к используемым носителям средств добывания информации, где техническая разведка делится на:

- космическую;
- воздушную;
- морскую;
- наземную [7].

Ко второму признаку относятся аппаратура и способы ведения разведки. Визуально-оптическая разведка, суть которой в добывании информации с помощью оптических наблюдательных приборов или визуально. Визуально - оптическое наблюдение – самый старый способ наблюдения. Современные составляющие приборов визуально-оптического наблюдения очень большие – от телескопов до различных оптических приспособлений для незаметного наблюдения. Фотографическая разведка, с помощью которой идет получение видовой информации с фотокамер. Фотокамеры, расположенные на летательных аппаратах, должны иметь высокое разрешение. Фотосъемка имеет весомое преимущество перед различными способами разведки, и позволяет получать изображения с высоким качеством. Рассмотрение фотоснимков дает большое количество разведсведений сравнительно с визуальным, телевизионным или радиолокационным наблюдением. Поэтому многие считают фотографирование лучшим способом разведки скрываемых объектов [7].

К иностранным фото и видео средствам двойного назначения относятся товары используемые как для личных целей, так и для производственного шпионажа. Ярким примером таких средств являются мобильные сотовые телефоны, которые по сегодняшним меркам превосходят и объединяют несколько различных гаджетов:

- мобильный телефон;
- GPS навигатор;

- фотоаппарат;
- видеокамера;
- диктофон;
- секундомер;
- FM-радио;
- будильник;
- калькулятор.

Более подробно товары фото и видео разведки двойного назначения, а именно сотовый телефон представлен на рисунке 2.

Иностранные фото и видео средства двойного назначения



Рисунок 2 – Возможности фото и видео средств двойного назначения

2. Демаскирующие признаки объектов

Под демаскирующим признаком понимается особое свойство объекта, которое отличается по каким-либо характеристикам от других объектов. Особые характеристики имеют качественную или количественную оценку. Технический признак демаскирования объекта – свойство защиты объекта, которое использовано технической разведкой для выявления и распознавания объекта и для получения нужных сведений о нем. Поэтому доступ к данным может быть получен с помощью демаскирующих признаков, которые являются каналами утечки информации [13]. Выделяются следующие демаскирующие признаки:

- расположения – признак, помогающий определить положение объекта среди других предметов окружающих его;
- структурно-видовой – признак, помогающий определить структуру и видовые показатели группового объекта;
- деятельности – признак, помогающий определить работу объекта через проявление его физической деятельности.

Технические демаскирующие признаки, возможно, разделить на две группы: прямые демаскирующие – признаки, которые связаны с функционированием объекта, отличительной особенностью которых является различие их по уровню на фоне физических полей окружающей среды; косвенные демаскирующие признаки – признаки, что произошло из-за последствия изменения окружающей среды [13].

Опасный сигнал – это и есть показателем признака объекта, используемый в технической разведке для получения секретной информации.

Распознавание объекта – процесс работы средства ТР, в конце работы которого выявляются параметры признака объекта, и делаются выводы о его характеристиках. В результате этого распознавания обнаруженному объекту присваивается один из известных классов. У каждого объекта может быть большое количество признаков, но при опознавании используется их определенный набор. Техническое средство защиты информации –

техническое средство, которое служит чтобы убрать или сделать более слабым демаскирующие признаки объекта, создания ложных признаков, а также для создания помех техническим средствам доступа к информации [13].

К объектам военного назначения и к их демаскирующим признакам относятся признаки объектов, по которым можно понять объект, который они описывают. Если нужно предотвратить возможность идентификации защищаемого объекта, то проявление его демаскирующих признаков –это и есть уязвимость объекта для угрозы его распознавания потенциальным злоумышленником пример показан на рисунке 3 [1].

Главными демаскирующими признаками для человека являются:

- цвет одежды;
- оружие и предметы его обмундирования;
- излучение тепла;
- деятельность человека (движение, звуки и т.д.).

Главными демаскирующими признаками для военной техники являются:

- конкретная форма, размеры объекта, падающие тени;
- радиоволны и их отражение, излучение тепла;
- движение, звуки, выхлопные газы от машин;
- шум двигателей;
- свет машинных фар, сигнальные огни;
- отблески стекла, металлических поверхностей.

Демаскирующие признаки деятельности объекта характеризуют динамические свойства. Признаки деятельности показывают последовательность событий или действий составных элементов рассматриваемого объекта и взаимодействующих с ним объектов (скорость, упругость ударов, изменения статистических свойств объекта во времени).

Опознавательные демаскирующие признаки описывают статические характеристики объектов:

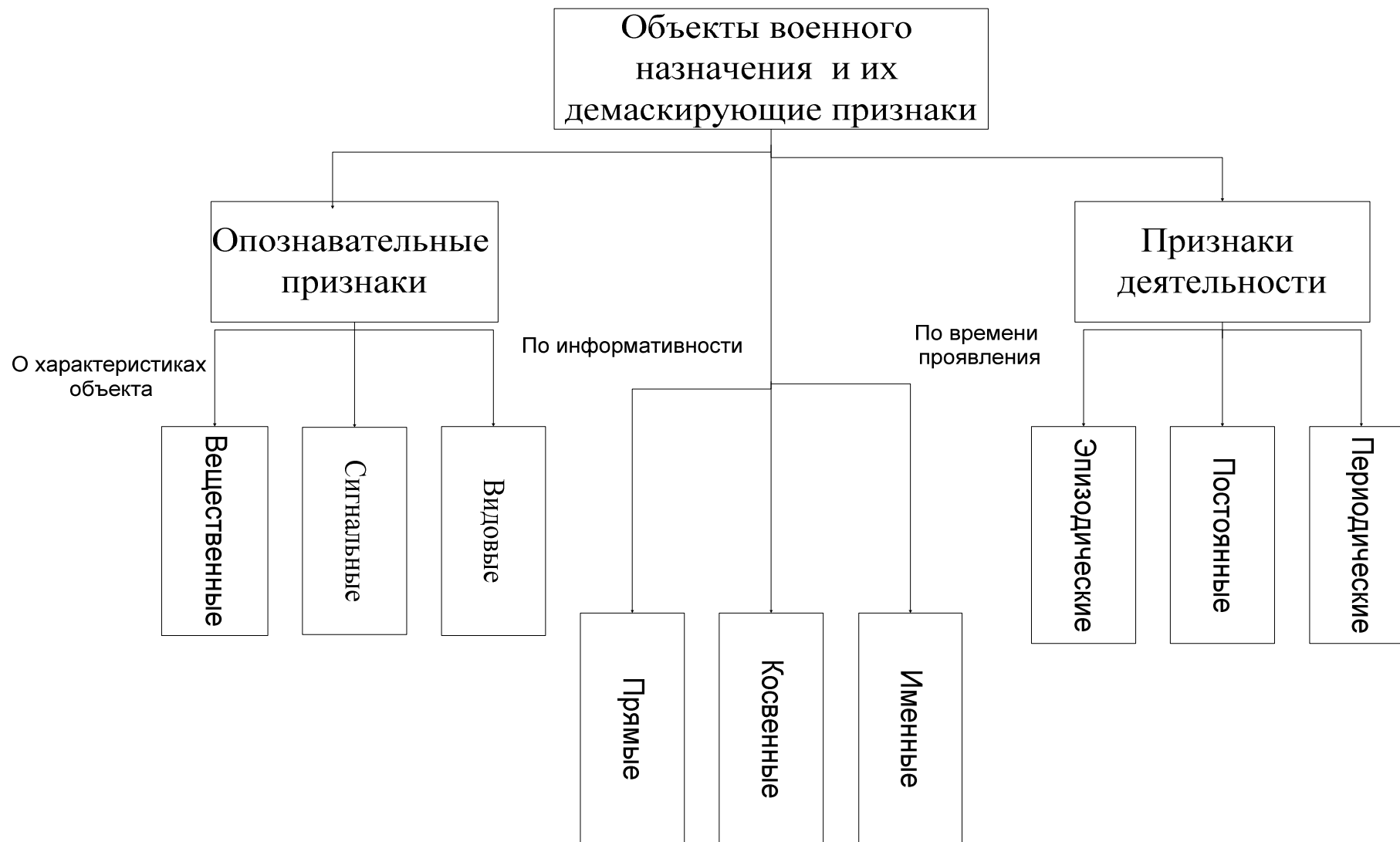


Рисунок 3 – Демаскирующие признаки объектов военного назначения

- внешний вид (цвет объекта его форма и размер);
- излучение (светимость объекта его радиоактивность и электромагнитное излучение);
- физические свойства (масса объекта и его плотность, вязкость, проводимость);
- химические свойства (химический состав объекта и его кислотность).

По характеристикам объекта демаскирующие признаки различают:

- видовые признаки (форма объекта его цвет и размеры);
- признаки сигналов (параметры полей и сигналов, излучаемых объектом);
- признаки веществ (физические и химические характеристики объекта)[1].

По информативности демаскирующие признаки делят на:

- именные;
- прямые;
- косвенные.

В основе классификации заложены принципы оценки количества информации, которые получают, обнаружив демаскирующий признак. Чем более уникален признак (насколько мало им описано объектов), тем больше информации он несет. Много информативно именных признаков - характерных только для конкретного типа объектов.

Оставшиеся демаскирующие признаки, характерны только для объекта исследования называют прямыми. Косвенные же признаками являются взаимодействия объекта с окружающим миром [1].

По времени проявления признаки разделяют на:

- постоянные - присущие объекту до конца его существования;
- периодические - проявляемые в определенные периоды существования объекта;
- эпизодические - проявляются при определенных условиях и не повторяются до конца существования объекта[14].

3. Оценка возможностей технической разведки по добыванию информации

3.1 Основные показатели средств технической разведки

Для оценки возможностей разведки определенного объекта необходимо включать два этапа: определение возможности получения разведданных об определенном объекте с помощью различных ТСР в заданных условиях и определение качества этих данных [15].

Дальность действия систем разведки –это максимальное расстояние между объектом и станцией разведки, при котором измерение и обнаружение координат объекта выполняется с поставленными вероятностями правильного обнаружения $W_{\text{пои}}$ и ложной тревоги $W_{\text{лт}}$.

Данный показатель характеризует степень соответствия между действительными и измеренными значениями параметров объекта и для всех параметров определяется как средний квадрат разности между этими значениями.

3.2 Вероятность обнаружения объектов

Обнаружением объекта с помощью аппаратуры разведки можно назвать процесс принятия решения о наличии или отсутствии объекта в определенной области пространства в результате приема и обработки сигналов.

При обнаружении возможны четыре ситуации. Во-первых, когда объект имеется и сигналы поступают при наличии помех, то по данным разведки может быть принято несколько решений: первое - объект есть и второе - объекта нет. В первом варианте называется правильным обнаружением объекта. Во втором варианте пропуском объекта. Возможность ответа - “есть ли объект или его нет” – исключается. Во-вторых, если данного объекта нет, то во время помех еще возможны два решения: объект есть и объекта нет. В этом случае принятие решения о наличии объекта называется ложной тревогой, а решение об отсутствии объекта - правильным необнаруженным.

Правильное обнаружение $W_{по}$ и пропуск объекта $W_{пр}$ образуют полную группу несовместимых событий, поэтому

$$W_{по} + W_{пр} = 1. \quad (1)$$

Точно так же ложная тревога и правильно не обнаружение $W_{пн}$ образуют полную группу несовместимых событий при отсутствии объекта

$$W_{лт} + W_{пн} = 1. \quad (2)$$

Рассмотренные вероятности являются условными. Обозначим вероятность наличия объекта в интересующий нас области пространства через $W(ц)$, а вероятность отсутствия объекта через $W(о)$.

Четыре указанных события также составляют полную группу несовместимых событий, поэтому

$$W(ц) \cdot W_{по} + W(ц) \cdot W_{пр} + W(о) \cdot W_{лт} + W(о) \cdot W_{пн} = 1. \quad (3)$$

где $W_{по}$ - вероятность правильного обнаружения;

$W_{пр}$ - вероятность пропуска цели;

$W_{лт}$ - вероятность ложной тревоги;

$W_{пн}$ - вероятность правильного не обнаружения [17].

Наиболее употребляемыми являются три критерия: критерий идеального наблюдателя, критерий Неймана-Пирсона, критерий последовательного анализа [16].

В соответствии с критерием идеального наблюдателя оптимальное устройство обнаружения должно обеспечивать минимум суммарной безусловной вероятности ошибок обнаружения, т.е.

$$W_{\text{ош}} = W(\text{ц}) \cdot W_{\text{пр}} + W(\text{о}) - W_{\text{лт}} \rightarrow \min. \quad (4)$$

Критерий идеального наблюдателя применяется для систем радиосвязи, когда вероятности $W(\text{ц})$ и $W(\text{о})$ известны априори.

Относительная частота появления ошибок определяется априорными вероятностями $W(\text{ц})$ и $W(\text{о})$ соответственно. Поэтому средняя вероятность общей ошибки $W_{\text{ош}}_{\text{правна}}$

$$W_{\text{ош}} = W(\text{ц})W_{\text{пр}} + W(\text{о}) * W_{\text{лт}}. \quad (5)$$

а вероятность правильного обнаружения сигнала равна

$$W_{\text{по}} = 1 - W_{\text{пр}}. \quad (6)$$

В соответствие с критерием Неймана-Пирсона, оптимальное устройство характеризуется максимумом разности

$$W_{\text{по}} - W_{\text{лт}} \text{ при } W_{\text{лт}} \leq (W_{\text{лт}})_{\text{доп}}. \quad (7)$$

Следовательно, оптимальный характер критерия Неймана-Пирсона состоит в том, что он максимизирует вероятность правильного обнаружения при фиксированной вероятности ложной тревоги[16].

4 Методика расчета вероятности обнаружения и распознавания объектов

4.1 Методика расчета вероятностей обнаружения и распознавания объекта аппаратурой фоторазведки

Методики оценки возможностей аппаратуры разведки, предназначенной для обнаружения объектов и измерения параметров его физических полей, разрабатываются на основе использования положений теории распространения электромагнитных и акустических волн в газообразных и жидких средах, статистической теории приема сигналов и оценки их параметров. При этом, как правило, предполагается, что прием сигналов осуществляется согласованным приемником. Такое предположение позволяет в качестве показателя обнаружения использовать критерий Неймана-Пирсона. С целью учета несогласованности амплитудно-частотной характеристики приемника и спектра сигнала вводят уточняющие коэффициенты, величина которых зависит от характера принимаемого сигнала.

Разработка методики оценки возможностей аппаратуры разведки, предназначенной для получения видовой информации, вследствие сильного влияния на процесс получения изображений большого числа разнообразных факторов (контраст, характеристики освещенности объекта, параметры и особенности состояния атмосферы и т.д.) теоретическим путем затруднена. Поэтому в данном случае используется экспериментально расчетный путь выявления необходимых зависимостей, базирующийся на статическом анализе экспериментальных данных.

Ниже представлены методики расчета вероятностей обнаружения и распознавания объектов для нескольких случаев.

Для расчета вероятности обнаружения объекта W_0 на заданной дальности необходимы следующие исходные данные по объекту разведки:

- коэффициент яркости объекта (B_0);
- максимальные линейные размеры объекта (L_0);

- периметр контура объекта (Q_0);
- радиус описанной окружности объекта (p_0);
- радиус вписанной окружности объекта (p_v);
- площадь объекта (S_0).

по аппаратуре разведки:

- фокусное расстояние объектива ($f_{об}$);
- разрешающая способность системы «объектив-фотослой» (Y_c); по условиям ведения разведки:
- коэффициент яркости фона (B_{ϕ});
- коэффициент задымленности атмосферы (ξ);
- расстояние между объектом и аппаратурой разведки (D).

При наличии перечисленных выше исходных данных расчет осуществляется в следующем порядке [17].

Предварительно определяется контраст объекта « K » и коэффициент формы объекта для обнаружения « R_{ϕ}^0 »:

$$K = \frac{|B_0 - B_{\phi}|}{B_0 + B_{\phi}} \cdot R_{\phi}^0 = \sqrt[0,4]{\frac{Q_0(p_0 + p_v)}{2S_0}}. \quad (9)$$

Затем рассчитывается вероятность обнаружения W_0 по формуле:

$$W_0 = \exp \left\{ \left(\frac{R_{\phi}^0 \cdot D}{2f_{об} L_0 Y_c} \right)^2 \frac{\left[\frac{2(1+\xi) - K}{K} \right]^{0,72}}{1,4 L g \left[\frac{1+K}{1-K} \right]} \right\}. \quad (10)$$

Расчет для исходных данных, приведенных в таблице 1, показывает, что $B_{\phi}=0,9$.

Таблица 1- Исходные данные

B_0	L_0 , м	Q_0 , м	p_0 , м	p_v , м	S_0 , м ²	B_{ϕ}	ξ	D , м	$f_{об}$, мм	Лин, мм
0,4	3	10	3	0,2	1	0,9	0,05	2 105	1000	100

Для расчета вероятности распознавания объекта W_p на заданной дальности аппаратурой фоторазведки используются те же исходные данные и формулы. Отличие заключается в том, что при расчете W_p в формулах необходимо подставить вместо коэффициента формы объекта для обнаружения « R_ϕ^0 », коэффициент формы объекта для распознавания « R_ϕ^p » [17].

$$W_p = \exp \left\{ \left(\frac{R_\phi^p \cdot D}{2f_{\phi\phi} L_0 Y_c} \right)^2 \frac{\left[\frac{2(1+\varepsilon)-K}{K} \right]^{0,72}}{1,4 L g \left[\frac{1+K}{1-K} \right]} \right\},$$

$$\text{где } R_\phi^0 = \sqrt[0,4]{\frac{Q_0(p_0 - p_\varepsilon)}{2S_0}}. \quad (11)$$

Для приведенных выше исходных данных $W_p=0,53$.

5 Оптические характеристики объектов и их связь с демаскирующими признаками

5.1 Контрасты между объектами и фонами

Оптические характеристики объектов и местности играют решающую роль при ведении визуально-оптической и фотографической разведки, а также при осуществлении мероприятий по защите объектов от средств разведки. К числу наиболее важных оптических характеристик, которые определяют внешние проявления объектов и фонов, следует отнести: контраст между объектами и фонами, освещенность объектов, отражение оптических излучений объектами и фонами, видимость объектов. Кроме того, на яркость наблюдаемых объектов существенное влияние оказывает ослабление оптического излучения в атмосфере. Уменьшение яркости объектов наблюдения, с одной стороны, снижает вероятность их обнаружения и распознавания и, с другой стороны, упрощает решение задач по их маскировке.

При анализе оптического изображения отдельные элементы этого изображения могут различаться по яркости, цвету, размеру, геометрической форме[18].

Яркостной контраст возникает, когда фон и объект отражают свет, одинаковый по спектральному составу, но в разных количествах, в результате этого объект может быть темнее или светлее фона. Цветовой контраст возникает, когда объект и фон отражает свет не одинаковый по спектральному составу. В природе чаще всего имеет место между объектом и фоном смешанный контраст, когда от окружающего фона объект отличается как по яркости, так и по цветовому тону[18]. Для правильного решения маскировки объекта наибольшее значение имеет яркостной контраст. Реакция фотоприемника разведки на излучение объекта или фона пропорциональна освещенности изображения, которое создается объективом на светочувствительной поверхности приемника. Как известно, освещенность оптического изображения $E_{пз}$ удаленного объекта

пропорциональна яркости этого объекта, квадрату относительного отверстия объектива $d_{об}/f_{об}$ и коэффициенту прозрачности оптической системы t

$$E_{пз} = \frac{\pi}{4} \cdot B \cdot \left(\frac{d_{об}}{f_{об}}\right)^2 \cdot t. \quad (12)$$

где: B - яркость объекта;

$d_{об}$ - диаметр объектива;

$f_{об}$ - фокусное расстояние объектива;

t - коэффициент прозрачности оптической системы.

Это значит, что реакция приемника находится в прямой зависимости от яркости фона и объекта. Следовательно, и возможности оптических средств разведки противника по выявлению объектов определяются в первую очередь контрастом между фоном и объектом по яркости:

$$K = \frac{B_{max} - B_{min}}{B_{max}} \quad \text{или} \quad K = 1 - \frac{B_{min}}{B_{max}}. \quad (13), (14)$$

где: B_{min} и B_{max} - минимальная и максимальная яркости контрастирующих поверхностей объекта и фона.

Все контрасты по яркости находятся в пределах от 0 до 1 (0-100%). Максимально возможный контраст $k=1$ (100%) (при $B_{min}=0$); полное отсутствие контраста - объект на данном фоне не виден $k=0$ (при $B_{min} = B_{max}$). Минимальное значение яркостного контраста, при котором еще отличается различие в яркостях объекта и фона, т.е. когда объект еще обнаруживается, называют пороговым контрастом.

Маскируя объект, необходимо уравнивать яркости его и фона до такой степени, чтобы объект был минимально замечен. В маскировке объектов приняты следующие значения коэффициентов контраста:

$k \leq 0.2$ (20%) - незаметный контраст;

$k = 0.2-0.3$ - малозаметный контраст;

$k = 0.3-0.6$ - заметный контраст;

$k \Rightarrow 0.6$ - резко заметный контраст.

Яркости фона и объектов зависят от многих факторов, которые требуется знать и учитывать при их маскировке. Это - оптические свойства объектов и фонов, условия их освещения и наблюдения. Неблагоприятные условия освещения и наблюдения всегда использовались в целях маскировки.

Проводимые же инженерно-технические мероприятия имеют целью изменить оптические характеристики объектов и фонов, а следовательно, и их яркость так, чтобы максимально затруднить противнику обнаружение и опознавание маскируемых объектов.

5.2 Освещенность объектов и фонов

Известно, что яркость поверхности любого объекта и фона определяется уровнем ее освещенности (облученности), т.е. величиной падающего лучистого потока, приходящегося на единицу поверхности. С увеличением освещенности пропорционально возрастает и яркость поверхности. Днем общая освещенность земной поверхности E складывается из освещенности прямыми солнечными лучами $E_{\text{пр}}$ и освещенности рассеянным светом $E_{\text{р}}$ небосвода.

$$E = E_{\text{пр}} + E_{\text{р}}. \quad (15)$$

Интенсивности прямой и рассеянной освещенностей зависят от положения Солнца над горизонтом и достигают своего максимального значения в полдень.

Освещенность, а значит и яркость, различных поверхностей объекта при солнечном освещении не всегда одинаковы, так как они могут быть различно ориентированы по отношению к солнечным лучам. Прямая освещенность $E_{\text{пр}}$ наклонной поверхности подчиняется закону косинуса для освещенности и с увеличением угла падения лучей α уменьшается $\sin \alpha$ - высота Солнца над горизонтом в градусах.

$$E_{\text{пр}} = E_{\text{пр}} \cdot \cos \alpha. \quad (15)$$

$$\text{где } E_{\text{пр}} = \frac{E \cdot E_p}{\sin h_{\text{®}}}. \quad (16)$$

Рассеянная освещенность E_p для горизонтальных и наклонных поверхностей отличается по величине на 15-20%.

В условиях солнечного освещения объекты демаскируются тенями. Яркости фона в тени и на солнце, определяемые величинами рассеянной и общей освещенности, могут отличаться во много раз, и это позволяет противнику выявлять объекты даже в тех случаях, когда они по яркости не отличаются от освещенного фона[19]. Поэтому одним из требований, предъявляемых к приемам скрытия объектов, является уничтожение падающих теней или искажение их формы. И наоборот, макеты техники и ложные сооружения должны воспроизводить падающие тени имитируемых объектов.

5.3 Отражение излучений объектами и фонами

Помимо освещенности яркость любой поверхности зависит от ее свойств отражать падающий лучистый поток. Отражаясь от поверхности, лучистый поток обычно изменяет свой спектральный состав и распределение в пространстве.

В зависимости от фактуры поверхности различают следующие виды отражения: направленное (или зеркальное), рассеянное (или диффузное) и смешанное.

Направленное отражение показано на рисунке 4, присуще гладким поверхностям (полированные металлы, стекло, спокойная поверхность воды), у которых размеры неровностей малы по сравнению с длиной волны излучения. При направленном отражении излучений угол отражения равен углу падения и отраженный луч находится в одной плоскости с падающим лучом и перпендикуляром к поверхности в точке падения луча. Зеркальные поверхности не рассеивают излучений в стороны от направления

отраженного луча. Яркость В таких поверхностей определяется коэффициентом отражения поверхности ρ и яркостью источника освещения $V_{ист}$

$$B = \rho \cdot V_{ист}. \quad (16)$$

Коэффициенты отражения воды, стекла и пластмасс показанных на рисунке 5, зависят от угла падения. При солнечном освещении зеркальные поверхности создают яркие блики, по которым противник может обнаружить объекты с больших расстояний.

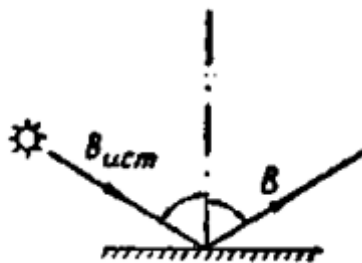


Рисунок 4 - Направленное отражение

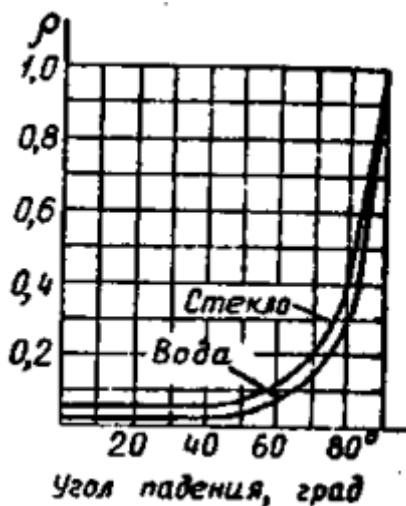


Рисунок 5 - Коэффициенты зеркального отражения стекла и воды

В случае рассеянного отражения от плоской поверхности показанного на рисунке 6, лучи распределяются равномерно во всех направлениях в пределах всей полусферы, независимо от направления освещения. Поэтому яркость поверхности во всех направлениях будет одинакова. Рассеянным

отражением обладают все матовые поверхности, например, свежавыпавший снег, клеевая покраска.

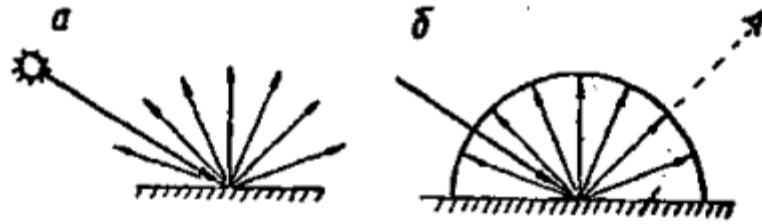


Рисунок 6 - Рассеянное отображение: а - характер отражения излучений; б - индикатриса коэффициента яркости

Отражающие свойства таких поверхностей принято характеризовать Коэффициентом яркости r . Коэффициентом яркости называют отношение яркости B поверхности в данном направлении к яркости B_0 одинаково с ней освещенной матовой поверхности, которая полностью отражает падающий на нее лучистый поток

$$r = \frac{B}{B_0}. \quad (18)$$

Яркость такой идеально белой матовой поверхности зависит только от освещенности E

$$B_0 = \frac{E}{\pi}. \quad (19)$$

Следовательно, яркость любой поверхности с рассеянным отражением можно определить, если известны ее освещенность и коэффициент яркости

$$B = r \cdot B_0 = \frac{r \cdot E}{\pi}. \quad (20)$$

Так как яркость характеризует величину излучения поверхности не вообще, а в данном направлении (например, в направлении средства разведки), то и коэффициент яркости определяет отражающие свойства поверхности по определенному направлению наблюдения этой поверхности.

В случае смешанного, то есть диффузно-зеркального отражения лучистый поток распространяется в пределах полусферы неравномерно. Поэтому яркость таких поверхностей зависит от направления освещения и от направления, с которого поверхность наблюдается. Смешанное отражение имеют почти все естественные фоны, объекты и маскировочные покрытия, причем для одних поверхностей преобладающим может быть рассеянное отражение, для других - направленное.

Для характеристики распределения яркости поверхности в различных направлениях при смешанном отражении также используется понятие коэффициента яркости. Причем при диффузно-зеркальном отражении коэффициент яркости может быть больше единицы.

При смешанном отражении яркость поверхности $B_{об}$ в направлении α при наклоне падающих лучей θ определяется по формуле.

$$B_{об} = \frac{1}{\pi} r_{об} \cdot E. \quad (21)$$

Большинство реальных поверхностей отражают падающий лучистый поток избирательно, то есть коэффициент яркости поверхности для излучений различных длин волн не одинаков. При отражении от таких поверхностей меняется спектральный состав лучистого потока. Поэтому яркость этих поверхностей зависит как от спектрального состава освещенности e_λ , так и от отражающих свойств поверхности для различных длин волн. Для характеристики отражения поверхности при данной длине волны пользуются понятием спектрального коэффициента яркости.

Спектральным коэффициентом яркости γ_λ называется отношение яркости b_λ данной поверхности к яркости $b_{0\lambda}$ одинакового с ней освещенной матовой поверхности, полностью отражающей излучения, при облучении их однородным (монохроматическим) лучистым потоком с длиной волны λ

$$r_{\lambda} = \frac{b_{\lambda}}{b_{0\lambda}}. \quad (22)$$

Зависимость спектрального коэффициента яркости от длины волны изображается графически в прямоугольных координатах и называется спектральной характеристикой поверхности.

Спектральные характеристики природных образований и искусственных материалов чрезвычайно разнообразны, что объясняется сложными процессами взаимодействия лучистой энергии с веществом. Поэтому определяются эти характеристики только опытным путем. Спектральные характеристики показаны на рисунках 7-9.

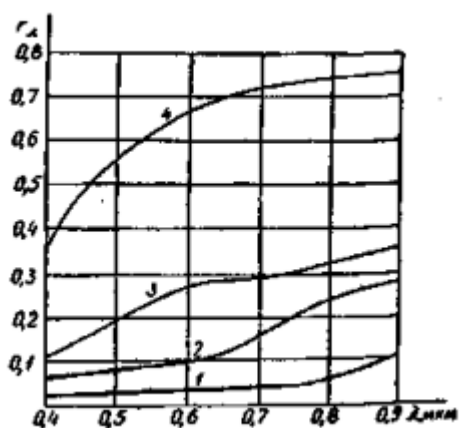


Рисунок 7 - Спектральные характеристики грунтов и почв: 1 - черноземные и супесчаные почвы; 2 - подзолистые и суглинистые почвы; 3 - пески; 4-известняк

Спектральные характеристики используются при подборе маскировочных материалов и при контроле качества маскировки объектов. Сопоставляя спектральные характеристики в тех участках спектра, которые используются разведывательными средствами противника, можно установить, соответствует ли маскировочный материал фону по своим оптическим свойствам.

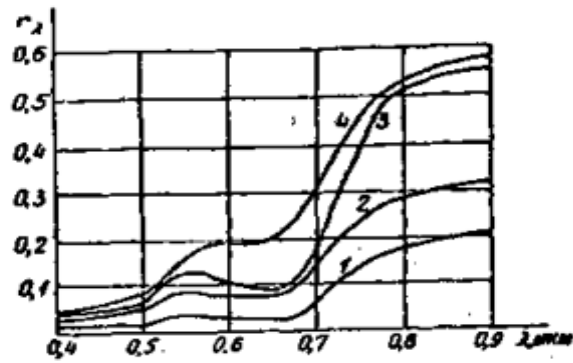


Рисунок 8 - Спектральные характеристики растительности; 1 - хвойные породы леса зимой; 2 - хвойные лесные породы летом; суходольные луга; 3 - лиственные лесные породы летом, травяной покров с густой сочной растительностью; 4 - лиственные лесные породы осенью, спелые полевые культуры

Чем меньше различие между спектральными характеристиками маски и фона, тем меньше будет контраст между ними, тем меньше вероятность обнаружения замаскированного объекта.

Величину спектральной яркости освещенной поверхности можно определить, заменив входящие в него величины на спектральные

$$B_{\lambda} = \frac{1}{\pi} r_{\lambda} \cdot e_{\lambda}. \quad (23)$$

5.4 Видимость объектов

Оценка видимости объектов при ведении разведки и осуществлении маскировочных мероприятий играет существенную роль. Чем выше уровень видимости объектов, тем больше вероятность их обнаружения и распознавания разведкой противника. Поэтому при скрытии объектов добиваются такого снижения их видимости, когда объекты нельзя обнаружить или опознать.

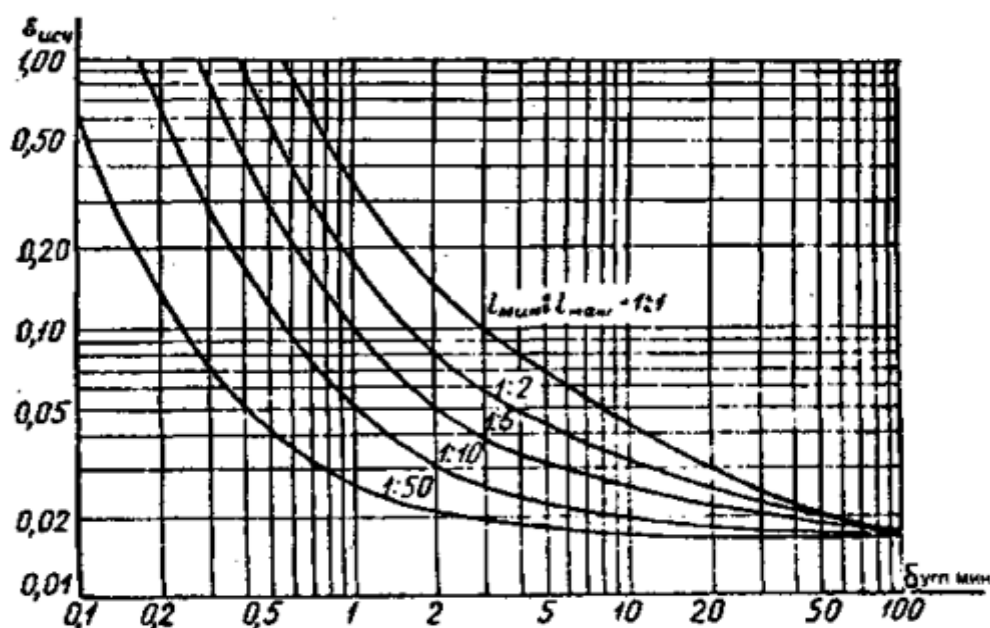


Рис. 9. Номограмма для определения порогов объектов наблюдения

Напротив, при имитации уровень видимости макетов и ложных сооружений должен быть достаточным для опознавания их, как действительных объектов.

Ориентировочные значения видимости объектов днем и соответствующие им качественные характеристики интенсивности зрительного восприятия приведены ниже в таблице 2.

Таблица 2 - Интенсивности зрительного восприятия.

Общая характеристика интенсивности зрительного восприятия	V порогов
Объект невидим (яркость объекта и фона воспринимаются одинаковыми)	1
При фиксированном наблюдении объект едва замечается в виде слабого силуэта; при поиске объекта не обнаруживается	2

Продолжение таблицы 2

Общая характеристика интенсивности зрительного восприятия	V порогов
При фиксированном наблюдении объект обнаруживается сразу; при поиске объект может быть не обнаружен	2.5-3
При времени поиска 15-20 сек объект обнаруживается в виде слабого силуэта	4-5
Объект обнаруживается быстро; детали не воспринимаются	5-8
Удовлетворительная видимость; видны крупные детали объекта	10-25
Хорошая видимость; воспринимаются различия по цвету	25-35
Очень хорошая видимость	35-50

Видимость объекта при наблюдении днем зависит от многих факторов: контраста K объекта с окружающим фоном, угловых размеров S и формы объекта, времени наблюдения t . При уменьшении контраста, угловых размеров или времени наблюдения видимость объектов ухудшается.

Время наблюдения может изменяться в широких пределах в зависимости от того, ведется ли разведка с воздуха или с земли. На практике принято рассчитывать на худший случай, когда время наблюдения наших объектов противником не ограничено.

Угловые размеры b и форма наблюдаемых объектов влияют лишь на одну величину - пороговый контраст зрения e .

В связи с этим видимость объекта, оцениваемую как интенсивность зрительного восприятия (ощущения) различий объекта с фоном, принято выражать числом V , которое показывает во сколько раз действительный контраст объекта больше порогового контраста e для объекта данной формы и угловых размеров.

Поэтому видимость V принято характеризовать количеством пороговых контрастов (порогов) исчезновения объекта, содержащихся в данном контрасте K .

$$V = \frac{K}{E_{\text{кст}}}. \quad (24)$$

6 Расчет вероятности обнаружения

6.1 Расчет вероятности обнаружения объектов военного назначения для различных климатических зон с учетом климатических условий характерных для данных зон на различных дистанциях

Для расчетов был выбран телефон марки Apple Iphone 7. С объективом равным 56 мм. Телефон марки Huawei P8. С объективом равным 28мм. Телефон марки Sony Z5. С объективом равным 23мм. Расчеты проводились поэтапно на различных дистанциях: 1000 метров, 5000 метров, 10000 метров. В способе обнаружения объектов военного назначения должны быть учтены следующие климатические условия: лето, зима, осень, весна.

В способе обнаружения объектов военного назначения должны быть учтены следующие климатические зоны: лес, степь, тундра.

Способ обнаружения объектов военного назначения должен предусматривать расчеты вероятности обнаружения объектов военного назначения для следующих типовых объектов военного назначения: боевая машина пехоты, радиостанция, человек.

На первом этапе были произведены расчеты вероятности обнаружения в разных климатических условиях (лето, зима, осень, весна) которые показаны на рисунке 10.

На втором этапе были произведены расчеты вероятности обнаружения в разных климатических зонах (лес, степь, тундра) которые показаны на рисунке 11.

При вероятности обнаружения больше 0.25 необходимо провести расчеты обнаружения объектов военного назначения с различными способами противодействия.

Расчеты после съемки зимой с телефона Sony Z5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 3. Объектом съемки являлся человек.



Рисунок 10 - расчеты вероятности обнаружения в разных климатических условиях (лето, зима, осень, весна)



Рисунок 11 - расчеты вероятности обнаружения в разных климатических зонах (лес, степь, тундра)

Таблица 3

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,3	0,998864746	0,972001937	0,892623923
Степь 0,2	0,3	0,993285377	0,844988984	0,509805116
Лес 0,1	0,3	0,998864746	0,972001937	0,892623923

Расчеты после съемки летом с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием $F(об)$ 23 мм представлены в таблице 4. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 4

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,3	0,989233999	0,762914477	0,338768815
Степь 0,15	0,3	0,997414364	0,937325556	0,771901406
Лес 0,12	0,3	0,998430835	0,961500754	0,854670112

Расчеты после съемки осенью с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 5. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 5

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,3	0,993285377	0,844988984	0,509805116
Степь 0,13	0,3	0,998152046	0,954811255	0,831132219
Лес 0,17	0,3	0,996309845	0,911718037	0,690942946

Расчеты после съемки весной с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 6. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 6

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,3	0,995834321	0,900901377	0,658732367
Степь 0,19	0,3	0,994562606	0,8725758	0,579712489
Лес 0,37	0,3	0,978693549	0,583671036	0,116057329

Расчеты после съемки зимой с телефона Sony Z5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 7. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 7

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,3	0,999539845	0,988559422	0,955017036
Степь 0,2	0,3	0,997273814	0,934029066	0,761099724
Лес 0,1	0,3	0,999539845	0,988559422	0,955017036

Расчеты после съемки летом с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 8. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 8

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,3	0,995623619	0,896148071	0,644939678
Степь 0,15	0,3	0,998951506	0,974114811	0,900410576
Лес 0,12	0,3	0,999363885	0,984217926	0,938350484

Расчеты после съемки осенью с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 9. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 9

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,3	0,997273814	0,934029066	0,761099724
Степь 0,13	0,3	0,999250806	0,981437568	0,927792191
Лес 0,17	0,3	0,998503123	0,963242606	0,860880232

Расчеты после съемки весной с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 10. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 10

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,3	0,998309991	0,958595612	0,844387406
Степь 0,19	0,3	0,997793221	0,946267061	0,801779395
Лес 0,37	0,3	0,991311393	0,803993319	0,417839756

Расчеты после съемки зимой с телефона Sony Z5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 11. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 11

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,3	0,985707181	0,697747049	0,237023842
Степь 0,2	0,3	0,918158258	0,118287437	0,000195774
Лес 0,1	0,3	0,985707181	0,697747049	0,237023842

Расчеты после съемки летом с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием $F(об)$ 23 мм представлены в таблице 12. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 12

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,3	0,871809884	0,032399977	0,0000131
Степь 0,15	0,3	0,967720684	0,440301938	0,037583947
Лес 0,12	0,3	0,980294146	0,608009313	0,136659846

Расчеты после съемки осенью с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием $F(об)$ 23 мм представлены в таблице 13. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 13

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,3	0,918158258	0,118287437	0,000195774
Степь 0,13	0,3	0,976830707	0,55652231	0,09592467
Лес 0,17	0,3	0,954226619	0,309947531	0,009228959

Расчеты после съемки весной с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием $F(об)$ 23 мм представлены в таблице 14. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 14

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,3	0,948470623	0,266438574	0,005039511
Степь 0,19	0,3	0,933233871	0,177730648	0,000997813
Лес 0,37	0,3	0,761132452	0,001087692	0

После расчетов стало известно, что с применением средств противодействия обнаружению объектов военного назначения таких как радиостанция вероятность обнаружения её ниже 0.25. Что является положительным результатом работы

Расчеты после съемки зимой с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 15. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 15

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,3	0,999234	0,981021	0,926219
Степь 0,2	0,3	0,995464	0,892572	0,634706
Лес 0,1	0,3	0,999234	0,981021	0,926219

Расчеты после съемки летом с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 16. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 16

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,3	0,992723	0,833108	0,481731

Продолжение таблицы 16

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Степь 0,15	0,3	0,998255	0,957267	0,839717
Лес 0,12	0,3	0,998941	0,973857	0,899459

Расчеты после съемки осенью с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием F(об) 28 мм представлены в таблице 17. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 17

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,3	0,995464	0,892572	0,634706
Степь 0,13	0,3	0,998753	0,96928	0,882669
Лес 0,17	0,3	0,997509	0,939542	0,779228

Расчеты после съемки весной с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием F(об) 28 мм представлены в таблице 18. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 18

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,3	0,997187	0,932006	0,754527
Степь 0,19	0,3	0,996328	0,912131	0,692196
Лес 0,37	0,3	0,985573	0,695382	0,233826

Расчеты после съемки зимой с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 19. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 19

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,3	0,999689	0,992266	0,969421
Степь 0,2	0,3	0,99816	0,954994	0,83177
Лес 0,1	0,3	0,999689	0,992266	0,969421

Расчеты после съемки летом с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 20. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 20

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,3	0,997045	0,928685	0,74383
Степь 0,15	0,3	0,999292	0,98246	0,931663
Лес 0,12	0,3	0,999571	0,989324	0,957973

Расчеты после съемки осенью с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 21. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 21

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,3	0,99816	0,954994	0,83177

Продолжение таблицы 21

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Степь 0,13	0,3	0,999494	0,987437	0,950687
Лес 0,17	0,3	0,99899	0,975047	0,903864

Расчеты после съемки весной с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием F(об) 28 мм представлены в таблице 22. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 22

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,3	0,998859	0,971871	0,892143
Степь 0,19	0,3	0,99851	0,963419	0,861512
Лес 0,37	0,3	0,994129	0,863117	0,554981

Расчеты после съемки зимой с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием F(об) 28 мм представлены в таблице 23. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 23

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,3	0,990333	0,784397	0,378568
Степь 0,2	0,3	0,944015	0,236848	0,003147
Лес 0,1	0,3	0,990333	0,784397	0,378568

Расчеты после съемки летом с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 24. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 24

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,3	0,911591	0,098855	9,55E-05
Степь 0,15	0,3	0,978104	0,57494	0,109267
Лес 0,12	0,3	0,986661	0,714816	0,261083

Расчеты после съемки осенью с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 25. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 25

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,3	0,944015	0,236848	0,003147
Степь 0,13	0,3	0,984307	0,673388	0,205619
Лес 0,17	0,3	0,96888	0,45368	0,042364

Расчеты после съемки весной с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 26. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 26

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,3	0,964933	0,409661	0,028164

Продолжение таблицы 26

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Степь 0,19	0,3	0,954446	0,311732	0,009443
Лес 0,37	0,3	0,831794	0,010009	0

После расчетов стало известно, что с применением средств противодействия обнаружению объектов военного назначения таких как радиостанция вероятность обнаружения её ниже 0.25. Что является положительным результатом работы.

Расчеты после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием F(об) 56 мм представлены в таблице 27. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 27

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,3	0,999808	0,995221	0,981021
Степь 0,2	0,3	0,998864	0,971988	0,892572

Продолжение таблицы 27

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Лес 0,1	0,3	0,999808	0,995221	0,981021

Расчеты после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 28. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 28

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,3	0,998176	0,955378	0,833108
Степь 0,15	0,3	0,999563	0,989141	0,957267
Лес 0,12	0,3	0,999735	0,993399	0,973857

Расчеты после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 29. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 29

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,3	0,998864	0,971988	0,892572
Степь 0,13	0,3	0,999688	0,99223	0,96928
Лес 0,17	0,3	0,999377	0,98453	0,939542

Расчеты после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 30. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 30

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,3	0,999296	0,98255	0,932006
Степь 0,19	0,3	0,999081	0,977269	0,912131
Лес 0,37	0,3	0,996374	0,913179	0,695382

Расчеты после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 31. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 31

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,3	0,999922	0,998061	0,992266
Степь 0,2	0,3	0,99954	0,988554	0,954994
Лес 0,1	0,3	0,999922	0,998061	0,992266

Расчеты после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 32. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 32

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,3	0,99926	0,981674	0,928685

Продолжение таблицы 33

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Степь 0,15	0,3	0,999823	0,995586	0,98246
Лес 0,12	0,3	0,999893	0,99732	0,989324

Расчеты после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием F(об) 56 мм представлены в таблице 34. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 34

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,3	0,99954	0,988554	0,954994
Степь 0,13	0,3	0,999874	0,996844	0,987437
Лес 0,17	0,3	0,999747	0,993703	0,975047

Расчеты после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием F(об) 56 мм представлены в таблице 35. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 35

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,3	0,999715	0,992892	0,971871
Степь 0,19	0,3	0,999627	0,990727	0,963419
Лес 0,37	0,3	0,998529	0,963868	0,863117

Расчеты после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 36. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 36

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,3	0,997575	0,941096	0,784397
Степь 0,2	0,3	0,9857	0,697618	0,236848
Лес 0,1	0,3	0,997575	0,941096	0,784397

Расчеты после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 37. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 37

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,3	0,977125	0,560724	0,098855
Степь 0,15	0,3	0,99448	0,870774	0,57494
Лес 0,12	0,3	0,996648	0,919493	0,714816

Расчеты после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 38. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 38

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,3	0,9857	0,697618	0,236848

Продолжение таблицы 38

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Степь 0,13	0,3	0,996053	0,905871	0,673388
Лес 0,17	0,3	0,992128	0,820705	0,45368

Расчеты после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием F(об) 56 мм представлены в таблице 39. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 39

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,3	0,991115	0,80003	0,409661
Степь 0,19	0,3	0,988412	0,747214	0,311732
Лес 0,37	0,3	0,955001	0,3163	0,010009

После расчетов стало известно, что с применением средств противодействия обнаружению объектов военного назначения таких как

радиостанция вероятность обнаружения её ниже 0.25 . Что является положительным результатом работы.

6.2 Выбор средств противодействия

В качестве средств противодействия используется изменение коэффициента яркости объекта B_0 . Данный результат достигается способом расчётов вероятности обнаружения на различных дистанциях в разных: климатических зонах и условиях. Таким образом, чтобы вероятность обнаружения объекта была меньше 0.25 (рис. 12).

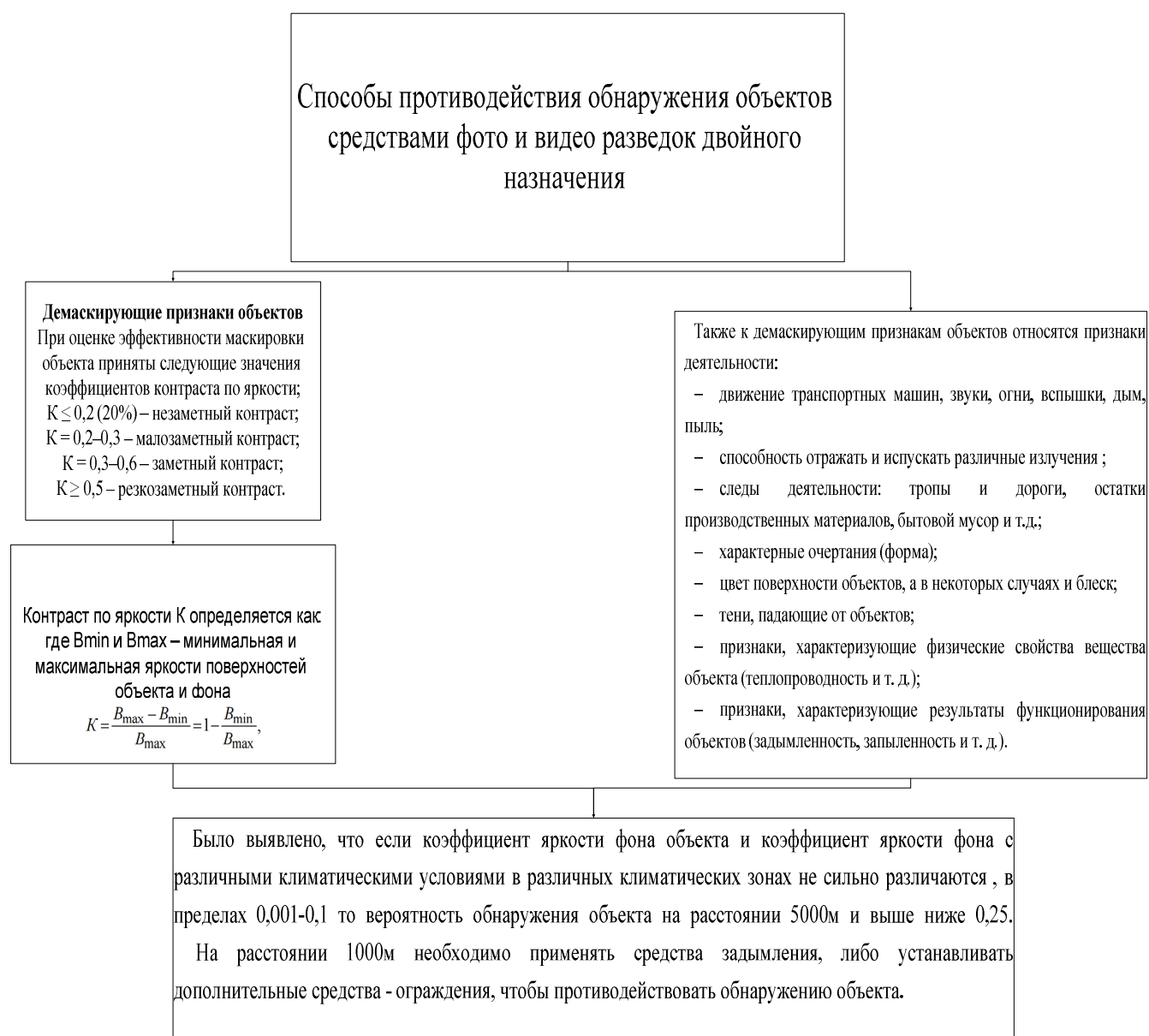


Рисунок 12 - методы и способы противодействия обнаружения объектов средствами фото и видео разведок двойного назначения

6.3 Расчет обнаружения объектов военного назначения с различными способами противодействия. Такими как расчётом в разных: климатических зонах. Расчётами в разных климатических условиях. Расчётами на различных дистанциях наблюдения. Результаты расчетов приведены на рисунке 13

Расчеты вероятности обнаружения способом противодействия



Рисунок 13- Расчет обнаружения объектов военного назначения с различными способами противодействия

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Sony Z5 с фокусным расстоянием $F(об)$ 23 мм представлены в таблице 40. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 40

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,8	0,942760694	0,229106115	0,002755159
Степь 0,2	0,22	0,918378843	0,118999945	0,000200534
Лес 0,1	0,11	0,918378843	0,118999945	0,000200534

Расчеты со средствами противодействия после съемки летом с телефона Sony Z5 с фокусным расстоянием $F(об)$ 23 мм представлены в таблице 41. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 41

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,2	0,918378843	0,118999945	0,000200534

Продолжение таблицы 41

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Степь 0,15	0,16	0,845913487	0,015245748	0,000000054
Лес 0,12	0,13	0,891139834	0,05605914	0,000000098

Расчеты со средствами противодействия после съемки осенью с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 42. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 42

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,4	0,942760694	0,229106115	0,002755159
Степь 0,13	0,14	0,876592952	0,037149192	0,000000019
Лес 0,17	0,16	0,829883039	0,009449791	0

Расчеты со средствами противодействия после съемки весной с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 43. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 43

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,46	0,92850135	0,156517713	0,000600142
Степь 0,19	0,21	0,924760866	0,141493366	0,000400815
Лес 0,37	0,35	0,805111175	0,004429925	0

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Sony Z5 с фокусным расстоянием $F(об)$ 23 мм представлены в таблице 44. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 44

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,84	0,941381776	0,220874038	0,002380009
Степь 0,2	0,21	0,895842086	0,063942047	0,00000167
Лес 0,1	0,107	0,939428341	0,209696629	0,001933596

Расчеты со средствами противодействия после съемки летом с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием $F(об)$ 23 мм представлены в таблице 45. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 45

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,2	0,887426026	0,050501472	0,00000065
Степь 0,15	0,16	0,934443009	0,183577935	0,001135748
Лес 0,12	0,125	0,860992925	0,023713168	0,000000031

Расчеты со средствами противодействия после съемки осенью с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием $F(об)$ 23 мм представлены в таблице 46. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 46

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,42	0,941381776	0,220874038	0,002380009
Степь 0,13	0,138	0,925381075	0,143884939	0,000428609
Лес 0,17	0,16	0,92722691	0,151234431	0,000523122

Расчеты со средствами противодействия после съемки весной с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 47. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 47

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,48	0,92722691	0,151234431	0,000523122
Степь 0,19	0,2	0,904041951	0,080299824	0,00000041
Лес 0,37	0,35	0,915910923	0,111257927	0,000153223

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Sony Z5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 48. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 48

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,83	0,238869107	0	0
Степь 0,2	0,21	0,032055741	0	0
Лес 0,1	0,108	0,209396989	0	0

Расчеты со средствами противодействия после съемки летом с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 49. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 49

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,21	0,023861008	0	0
Степь 0,15	0,16	0,11993815	0	0
Лес 0,12	0,125	0,009266821	0	0

Расчеты со средствами противодействия после съемки осенью с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием F(об) 23 мм представлены в таблице 50. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 50

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,42	0,151165214	0	0
Степь 0,13	0,138	0,088426679	0	0
Лес 0,17	0,16	0,094113416	0	0

Расчеты со средствами противодействия после съемки весной с телефона SonyZ5 с фокусным расстоянием $F(об)$ 23 мм представлены в таблице 51. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 51

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Sony Z5		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,48	0,094113416	0	0
Степь 0,19	0,2	0,042626124	0	0
Лес 0,37	0,35	0,064099363	0	0

После расчетов стало известно, что с применением средств противодействия обнаружению объектов военного назначения таких как радиостанция вероятность обнаружения её ниже 0.25. Что является положительным результатом работы

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 52. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 52

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,83	0,926602	0,148706	0,000489

Продолжение таблицы 52

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Степь 0,2	0,22	0,944168	0,23781	0,003198
Лес 0,1	0,11	0,944168	0,23781	0,003198

Расчеты со средствами противодействия после съемки летом с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 53. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 53

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,2	0,944168	0,23781	0,003198
Степь 0,15	0,16	0,893231	0,059441	0,0000125
Лес 0,12	0,13	0,92518	0,143105	0,000419

Расчеты со средствами противодействия после съемки осенью с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 54. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 54

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,41	0,941906	0,223971	0,002516
Степь 0,13	0,14	0,914962	0,108413	0,000138
Лес 0,17	0,16	0,881774	0,043045	0,00000034

Расчеты со средствами противодействия после съемки весной с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием F(об) 28 мм представлены в таблице 55. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 55

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,47	0,927662	0,153018	0,000548237
Степь 0,19	0,2	0,845364	0,015	0,000000005
Лес 0,37	0,35	0,863926	0,025818	0,0000000444

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 56. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 56

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,85	0,945116	0,243855	0,003536
Степь 0,2	0,21	0,928471	0,156391	0,000598
Лес 0,1	0,105	0,928471	0,156391	0,000598

Расчеты со средствами противодействия после съемки летом с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 57. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 57

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,21	0,922577	0,133371	0,000316

Продолжение таблицы 57

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Степь 0,15	0,158	0,997366	0,936181	0,768139
Лес 0,12	0,125	0,903944	0,080082	0,000419

Расчеты со средствами противодействия после съемки осенью с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 58. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 58

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,43	0,919568	0,122913	0,000228
Степь 0,13	0,135	0,890791	0,055513	0,00000095
Лес 0,17	0,165	0,840873	0,01313	0,0000000297

Расчеты со средствами противодействия после съемки весной с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием $F(об)$ 28 мм представлены в таблице 59. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 59

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,49	0,900708	0,073214	0,00000287
Степь 0,19	0,2	0,934197	0,182374	0,001106
Лес 0,37	0,35	0,942455	0,227257	0,002667

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием F(об) 28 мм представлены в таблице 60. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 60

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,85	0,171093	0	0
Степь 0,2	0,21	0,098145	0	0
Лес 0,1	0,105	0,098145	0	0

Расчеты со средствами противодействия после съемки летом с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием F(об) 28 мм представлены в таблице 61. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 61

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,21	0,080418	0	0
Степь 0,15	0,16	0,239073	0	0
Лес 0,12	0,115	0,052903	0	0

Расчеты со средствами противодействия после съемки осенью с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием F(об) 28 мм представлены в таблице 62. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 62

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,43	0,072608	3,35E-0	0

Продолжение таблицы 62

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Степь 0,13	0,135	0,026859	0	0
Лес 0,17	0,18	0,171093	0	0

Расчеты со средствами противодействия после съемки весной с телефона HuaweiP8 с фокусным расстоянием F(об) 28 мм представлены в таблице 63. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 63

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона HuaweiP8		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,48	0,202991	0	0
Степь 0,19	0,2	0,118954	0	0
Лес 0,37	0,35	0,15665	0	0

После расчетов стало известно, что с применением средств противодействия обнаружению объектов военного назначения таких как

радиостанция вероятность обнаружения её ниже 0.25. Что является положительным результатом работы.

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 64. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 64

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,87	0,917719	0,116879	0,000187
Степь 0,2	0,208	0,935414	0,188407	0,00126
Лес 0,1	0,104	0,935414	0,188407	0,00126

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 65. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 65

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м

Продолжение таблицы 65

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,211	0,94187	0,223756	0,002507
Степь 0,15	0,156	0,935414	0,188407	0,00126
Лес 0,12	0,13	0,939593	0,210617	0,001968

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 66. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 66

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,44	0,839882	0,012749	0,000000264
Степь 0,13	0,135	0,931134	0,168	0,000796587
Лес 0,17	0,164	0,925276	0,143478	0,000423776

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 67. Объектом съемки являлся человек.

Таблица 67

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,49	0,937516	0,199283	0,001577185
Степь 0,19	0,183	0,930515	0,165228	0,0007453
Лес 0,37	0,355	0,940963	0,218431	0,002276456

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 68. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 68

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,88	0,931738	0,170743	0,00085

Продолжение таблицы 68

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Степь 0,2	0,205	0,941665	0,222541	0,002453
Лес 0,1	0,102	0,915826	0,111002	0,000152

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 69. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 69

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,215	0,934273	0,182743	0,001115
Степь 0,15	0,153	0,915826	0,111002	0,000152
Лес 0,12	0,123	0,941665	0,222541	0,002453

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 70. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 70

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,44	0,931738	0,170743	0,00085
Степь 0,13	0,133	0,933432	0,178674	0,001019
Лес 0,17	0,166	0,938009	0,201919	0,001662

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 71. Объектом съемки являлась боевая машина пехоты.

Таблица 71

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,5	0,915826	0,111002	0,000152
Степь 0,19	0,186	0,925251	0,143382	0,000423
Лес 0,37	0,361	0,941397	0,220963	0,002384

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 72. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 72

Яркость фона зимой	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,9	0,88	0,109541	0	0
Степь 0,2	0,205	0,152594	0	0
Лес 0,1	0,102	0,063915	0	0

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 73. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 73

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,22	0,215	0,119256	0	0

Продолжение таблицы 73

Яркость фона летом	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Степь 0,15	0,153	0,063915	0	0
Лес 0,12	0,123	0,152594	0	0

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 74. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 74

Яркость фона осенью	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,45	0,44	0,109541	0	0
Степь 0,13	0,133	0,115943	0	0
Лес 0,17	0,166	0,135113	0	0

Расчеты со средствами противодействия после съемки зимой с телефона Iphone 7 с фокусным расстоянием $F(об)$ 56 мм представлены в таблице 75. Объектом съемки являлась радиостанция.

Таблица 75

Яркость фона весной	Яркость объекта	Расчет вероятности обнаружения для телефона Iphone 7		
		Расстояние 1000 м	Расстояние 5000 м	Расстояние 10000 м
Тундра 0,51	0,5	0,063915	0	0
Степь 0,19	0,186	0,08804	0	0
Лес 0,37	0,36	0,20777	0	0

После расчетов стало известно, что с применением средств противодействия обнаружению объектов военного назначения, таких как радиостанция, вероятность обнаружения её ниже 0.25 . Что является положительным результатом работы.

Было выявлено, что если Яркость фона объекта и Яркость фона с различными климатическими условиями в различных климатических зонах не сильно различаются, в пределах 0,001-0,1 то вероятность обнаружения объекта на расстоянии 5000м и выше ниже 0,25.

На расстоянии 1000м необходимо применять средства задымления, либо устанавливать дополнительные средства - ограждения, чтобы противодействовать обнаружению объекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель дипломной работы заключается в разработке способа противодействия обнаружению объектов военного назначения с помощью иностранных фото и видео средств двойного назначения по оптико-визуальному каналу утечки информации.

Для достижения указанной цели перед работой были поставлен ряд задач:

- оценка возможностей технической разведки по добыванию информации;
- оптические характеристики объектов и их связь с демаскирующими признаками;
- расчет вероятности обнаружения объектов военного назначения для различных климатических зон с учетом климатических условий характерных для данных зон на различных дистанциях;
- выбор средств противодействия;
- оценка возможностей технической разведки при применении средств противодействия.

При решении данной задачи был разработан способ противодействия обнаружению объектов военного назначения с помощью иностранных фото и видео средств двойного назначения.

В работе были рассмотрены примеры маскировки, демаскировки объектов в различных условиях, были произведены расчеты вероятности обнаружения объектов военного назначения для различных климатических зон с учетом климатических условий характерных для данных зон, на различных дистанциях. Полученные результаты без применения средств противодействия показывают, большинство объектов легко заметны. Вследствие чего были выбраны средство противодействия такие как: изменение фона объекта, его яркости, задымленность атмосферы, затем были произведены расчеты с приведенными средствами противодействия. После чего, как видно на рисунке 13 были сопоставлены результаты возможности

обнаружения объектов с применением средств противодействия и без них. После проведенных расчетов стало понятно, что примененные средства противодействия обнаружению объектов военного назначения для таких объектов, как радиостанция, вероятность её обнаружения ниже 0,25. Это является положительным результатом работы.

Таким образом, дипломная работа была выполнена в полном объеме. Цель достигнута – приведены способы противодействия обнаружению объектов военного назначения с помощью иностранных фото и видео средств двойного назначения по оптико-визуальному каналу утечки информации. Из расчетов вероятности обнаружения объектов было выявлено, что если яркость фона объекта и яркость фона при различных климатических условиях в различных климатических зонах не сильно различаются, в пределах 0,001-0,1 то и вероятность обнаружения объекта на расстоянии 5000м и выше составляет величину менее 0,25.

На расстоянии 1000м для скрытия объекта разведки необходимо применять средства задымления, либо устанавливать дополнительные средства (ограждения), цветомаскировку, использование маскировочной одежды и маскировочных сетей, чтобы противодействовать обнаружению объекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Демаскирующие признаки объекта защиты URL: <https://studfiles.ru> (дата обращения 16.12.2016).
- 2 Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Системный подход URL: <https://masters.donntu.org> (дата обращения 16.12.2016).
- 3 Термины и определения URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения 16.12.2016).
- 4 Термины и определения URL: <https://dic.academic.ru> (дата обращения 16.12.2016).
- 5 ГОСТ Р 50775-95. С. 6 (дата обращения 16.12.2016).
- 6 Термины и определения URL: <https://dic.academic.ru> (дата обращения 16.12.2016).
- 7 Термины и определения URL: <https://sch10ptz.ru> (дата обращения 16.12.2016).
- 8 Термины и определения URL: <https://www.exler.ru/likbez/14-08-2014.htm> (дата обращения 16.12.2016).
- 9 Термины и определения URL: <https://tolkslovar.ru> (дата обращения 16.12.2016).
- 10 Термины и определения URL: <https://www.translatorscafe.com> (дата обращения 16.12.2016).
- 11 Зайцев А.П., Шелупанов А.А. Технические средства и методы защиты информации URL: <https://window.edu.ru> (дата обращения 16.12.2016).
- 12 Физические основы защиты информации URL: <https://kafedrasib.ru> (дата обращения 16.12.2016).
- 13 Методы защиты информации URL: <https://inethub.olvi.net.ua> (дата обращения 16.12.2016).
- 14 Теория электрической связи URL: <https://venec.ulstu.ru> (дата обращения 16.12.2016).
- 15 Показатели эффективности добывания информации URL: <https://studopedia.net> (дата обращения 16.12.2016).

16 Вероятность обнаружения объектов URL: <https://studenchik.ru> (дата обращения 16.12.2016).

17 Сценарии инженерно-технической защиты информации URL: <https://referat-sochinenie.ru> (дата обращения 16.12.2016).

18 Технические средства защиты информации URL: <https://doklady.bsuir.by> (дата обращения 16.12.2016).

19 Ключевая проблема ПВО URL: <https://army.lv> (дата обращения 16.12.2016).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Обязательное)
ПРОТОКОЛ ПРОВЕРКИ ВКР НА ОРИГИНАЛЬНОСТЬ

ПРОТОКОЛ

проверки ВКР на оригинальность в системе «Антиплагиат.ВУЗ» выпускной квалификационной работы на тему «Способ противодействия обнаружению объектов военного назначения с помощью иностранных фото и видео средств двойного назначения» студента 6 курса Д.С. Благушина направления подготовки 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем». Специализация – разработка защищённых телекоммуникационных систем.

Скриншот отчёта о проверке ВКР в системе «Антиплагиат.ВУЗ» представлен на рисунке А1.

Руководитель ВКР: инженер 1 кат. отдела 5800 АО «НПП «Рубин»
М.В. Сидоров.

Информация о документе:

Имя исходного файла: ВКР_11ПТ1_Благушин.Д.С..docx
Имя компании: Пензенский гос. Университет
Тип документа: Прочее
Имя документа: Группа 11ПТ1 ВКР Благушин Д.С.
Дата проверки: 29.12.2016 23:19
Модули поиска: Интернет (Антиплагиат), Университетская библиотека онлайн, Модуль поиска ЭБС "Лань", Пензенский гос. Университет, Кольцо вузов, Модуль поиска ЭБС БиблиоРоссика, Диссертации и авторефераты РГБ

Текстовые статистики:

Индекс читаемости: сложный
Неизвестные слова: в пределах нормы
Макс. длина слова: в пределах нормы
Большие слова: в пределах нормы

Оригинальные блоки: 89,23%
Заимствованные блоки: 10,77%
Заимствование из "белых" источников: 0%
Итоговая оценка оригинальности: **89,23%**

Рисунок А1 – Скриншот отчёта о проверке ВКР в системе
«Антиплагиат.ВУЗ»

«___» _____ 20__ г.

_____ М.В. Сидоров.