

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет радіоелектроніки і телекомунікацій

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра захисту інформації

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи)
магістра

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему: Аналіз методу сумісного використання нелінійної локації і
лазерної дальномерії

Виконав: студент 6 курсу, групи РТ-713м
спеціальності (напряму підготовки)
125 «Кібербезпека»(системи технічного
захисту інформації автоматизація її
обробки)

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Стрішко О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.ф-м.н. доцент Романенко С.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
2018 рік

Запорізький національний технічний університет

Факультет _____ Радіoeлектроніки та телекомунікацій _____

Кафедра _____ Захисту інформації _____

Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) _____ Магістр _____

Напрямок підготовки _____ 125 Кібербезпека _____

Спеціалізація _____ Системи технічного захисту інформації, автоматизація її обробки _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЗІ

проф. _____ Л.М. Карпуков

«_____» _____ 2018 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

_____ Стрішку Олександр Олександровичу _____

1. Тема проекту (роботи): Аналіз методу сумісного використання нелінійної локації і лазерної дальнометрії

керівник проекту (роботи): доц., к.ф-м.н. Романенко Сергій Миколайович
затверджені наказом вищого навчального закладу

від 07.11.2018 року № 329.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____ 10 грудня 2018 р. _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи): нелінійна локація, лазерна дальнометрія,
література по темі

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз принципів і методів нелінійної локації та лазерної дальнометрії з метою її сумісного використання

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) слайди з основних результатів проведеного аналізу

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Основна частина	доц., к.ф-м.н. Романенко С.М.		
Економічна частина			
Охорона праці			
Нормоконтроль	ст. викл. Нікуліщев Г.І.		

7. Дата видачі завдання « 03 » вересня 2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	П р и м і т к а
1	Складання та затвердження ТЗ, підбір літератури	03.09-16.09.2018	
2	Аналіз принципів і методів нелінійної локації	17.09-07.10.2018	
3	Аналіз принципів і методів лазерної дальнометрії	08.10-21.10.2018	
4	Модель дій зловмисника	22.10-28.10.2018	
5	Розробка економічної частини	29.10-04.11.2018	
6	Розробка заходів з охорони праці	05.11-11.11.2018	
7	Оформлення графічної частини	12.11-25.11.2018	
8	Оформлення пояснювальної записки	26.11-09.12.2018	

Студент _____ Стрішко О.О.
(підпис)

Керівник проекту (роботи) _____ Романенко С.М.
(підпис)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 85 стр., 6 рис., 15 табл., 15 источников.

Цель магистерской работы – анализ совместного использования методов нелинейной локации и лазерной дальнометрии с целью повышения точности и скорости обнаружения закладных устройств в выделенном помещении.

Поставленная цель предполагает решение следующих взаимосвязанных задач:

- произвести анализ методов и способов нелинейной локации;
- произвести анализ методов и способов лазерной дальнометрии;
- разработать модель потенциального нарушителя;
- сделать выводы по возможности совместного использования этих методов.

НЕЛИНЕЙНАЯ ЛОКАЦИЯ, ЛАЗЕРНАЯ ДАЛЬНОМЕТРИЯ, УГРОЗЫ И
УЯЗВИМОСТИ, МОДЕЛЬ НАРУШИТЕЛЯ, ЗАКЛАДНОЕ УСТРОЙСТВО

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

ЛН – локатор нелинейностей

ЗУ – закладное устройство

ЛД – лазерный дальномер

НСД – несанкционированный доступ

ПЭМИ – побочные электромагнитные излучения

ПЭМИН – побочные электромагнитные излучения и наводки

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Анализ методов и принципов нелинейной локации	9
1.1 Анализ методов локации для обнаружения закладных устройств, их классификация	9
1.2 Закладные устройства	14
2 Анализ принципов нелинейной локации. методы реализации программно-аппаратного комплекса нелинейной локации	22
2.1 Анализ принципов нелинейной локации	22
2.2 Анализ основных характеристик локатора нелинейности	23
2.3 Общие положения о программно - аппаратных комплексах нл	26
2.4 Анализ методов создания карты помещения	25
2.5 Анализ потенциальных угроз.....	29
3 Анализ принципов лазерной дальнометрии	39
3.1 Общие принципы лазерной дальнометрии.....	39
3.2 Предъявление требований к лазерному дальномеру	47
4 Экономическое обоснование магистерской работы.....	46
4.1 Планирование работ по проведению анализа метода совместного использования нелинейной локации и лазерной дальнометрии.....	46
4.2 Построение сетевого графика.....	48
4.3 Расчет параметров сетевого графика.....	49
4.4 Определение затрат на разработку и проектирование	51
4.5 Оценка экономической эффективности от реализации магистерской работы..	56
5 Охрана труда и безопасность в чрезвычайных ситуациях	62
5.1 Анализ потенциальных опасностей	62
5.2 Мероприятия по технике безопасности	63
5.3 Мероприятия по промышленной санитарии и гигиене труда	64
5.4 Мероприятия по пожарной безопасности.....	68

5.5 Мероприятия по обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях	69
Заключение.....	73
Перечень ссылок.....	74

ВВЕДЕНИЕ

Ужесточение конкуренции, возложение все более сложных задач по информационному обеспечению предпринимательства на негосударственные службы безопасности (СБ) привело к широкому использованию специальных технических средств, предназначенных для скрытого съема конфиденциальной информации. Игнорируя требования законодательства Украины, коммерческие структуры все чаще прибегают к использованию в этих целях закладных устройств (ЗУ), в том числе и тех, которые обладают повышенной степенью защищенности от обнаружения поисковыми приборами. К их числу относятся ЗУ, управляемые дистанционно, акустоматы, закладки с накоплением информации и передачей ее в пакетном режиме. Обнаружить их на основе применения технических средств поиска, регистрирующих физические поля, создаваемые такими ЗУ при переходе их в активный режим, не всегда возможно. Как показывает практика проведения поисковых работ, наиболее эффективным средством обнаружения ЗУ, большую часть времени, находящихся в пассивном состоянии, являются приборы активного типа, в частности, локаторы нелинейности.

1 АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ПРИНЦИПОВ НЕЛИНЕЙНОЙ ЛОКАЦИИ

1.1 Анализ методов локации для обнаружения закладных устройств, их классификация

1.1.1 Назначение и принципы построения систем нелинейной локации

Многие, кто незнаком с техническим шпионажем, думают о подслушивающих устройствах в основном как о передатчиках. Однако на практике используются разнообразные электронные устройства съема информации, не являющиеся радиопередатчиками. В этом и заключается сильная сторона нелинейного локатора, который может обнаруживать и определять местоположение любых электронных устройств, независимо от того, работают они или нет.

Локатор нелинейности предназначен для поиска радиоэлектронных устройств (прослушивающих устройств), содержащих полупроводниковые элементы, а также отдельных полупроводниковых элементов, вне зависимости от места их расположения - в стенах, мебели, на теле человека - под одеждой, в головном уборе, обуви или в личных вещах [1].

Способность обнаруживать радиоэлектронные объекты с помощью локатора основана на физическом свойстве полупроводниковых приборов, заключающемся в том, что при их облучении электромагнитным сигналом происходит преобразование частоты сигнала в кратные гармоники с их последующим излучением в эфир. При этом процесс преобразования не зависит от состояния облучаемого радиоэлектронного устройства. Прием локатором любой высшей гармоники собственного излучения устанавливает наличие в зоне зондирования радиоэлектронного изделия, содержащего полупроводниковые элементы, или ложного полупроводника.

Ложные срабатывания могут возникать, из-за того, что места соединения двух различных металлов или коррозионные металлические конструкции также

вызывают гармонический отраженный сигнал вследствие своих не линейных характеристик. Такие соединения мы будем называть ложными.

Из-за различия в нелинейных характеристиках полупроводникового и ложного соединений, отклики 2-й и 3-й гармоник будут иметь различную интенсивность. Когда НЛ облучает полупроводник, отклик на второй гармонике сильнее, чем на 3-ей. При облучении ложного соединения наблюдается обратный эффект: отклик на 3-ей гармонике сильнее, чем на 2-ой.

Некоторые профессионалы, имеющие неудачный опыт работы с нелинейными локаторами, считают, что для уменьшения ошибок при поисковых работах следует использовать нелинейный локатор совместно с рентгеновской установкой или другой аппаратурой, позволяющей получить изображение исследуемых предметов. Использование рентгеновской аппаратуры часто сопряжено с проблемами: необходим доступ с обеих сторон стены, существует опасность облучения, сложность перевозки из-за габаритов и веса. В большинстве случаев при необходимости можно рекомендовать использовать эндоскоп.

Эндоскоп (или бороскоп) – оптический прибор, который применяется в визуальном контроле для различных целей. Например, эндоскоп используется в технике для осмотра труднодоступных мест в различных машинах и оборудовании. Для того чтобы заглянуть внутрь обследуемой структуры, требуется лишь просверлить небольшое, легко заделываемое отверстие.

Пример бороскопа приведен на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Пример исполнения бороскопа

1.1.2 Структурная схема нелинейного лоатора. Принцип работы нелинейного лоатора

Качественный ЛН обладает способностью сравнивать величину сигналов на второй и третьей гармониках. Эта способность в значительной мере помогает пользователю отличать настоящие полупроводники от ложных. Однако это качество обычно значительно влияет на стоимость лоатора, так как в этом случае он имеет два приемника. Для ЛН, работающего на второй и третьей гармониках, также очень важно, чтобы приемные каналы были хорошо изолированы и не влияли на работу друг друга. В противном случае настоящий полупроводник может иметь сильный отклик на третьей гармонике, а ложный - на второй. НЛ работает на двух гармониках, зачастую трудно различить настоящие и ложные переходы. Также, очень важно чтобы его приемники были откалиброваны и не оказывали влияния друг на друга. Структурная схема ЛН представлена на рис. 1.2 [2].

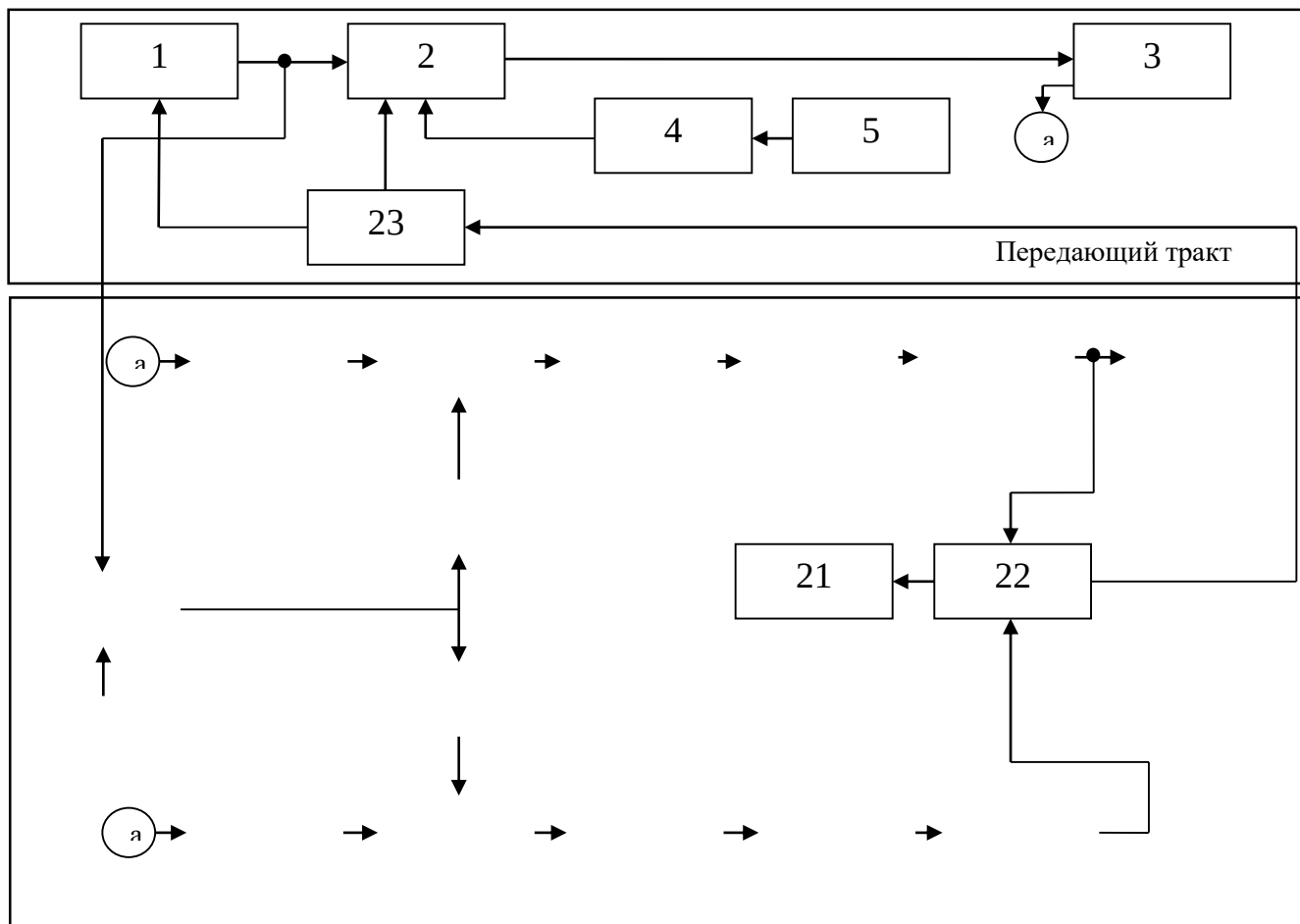


Рисунок 1.2 – Структурная схема лоатора нелинейности

Структурная схема НЛ содержит передающий тракт, состоящий из последовательно соединённых управляемого по частоте генератора 1, усилителя мощности 2, антенного блока 3. К управляющему входу усилителя мощности через модулятор 4 подключён генератор низкой частоты 5. Приёмный тракт состоит из двух идентичных каналов, входы которых подключены к антенному блоку 3. Оба канала содержат последовательно соединённые малошумящие усилители 6,16, смесители 7,17, усилители промежуточной частоты 8,18, детекторы 9,19, усилители нижних частот 10, 20, к выходам которых подключено решающее устройство 22, а его выход соединен с индикатором 21 и схемой формирования сигналов управления 23. Кроме того, ЛН содержит преобразователь частоты 12, опорный кварцевый генератор 13, телефоны 11. Между выходом преобразователя частоты 12 и вторыми входами смесителей первого и второго каналов приёма включены соответственно умножители частоты на два 14 и на три 15.

Антенна НЛ облучает объект для определения наличия в нем электронных компонентов. Когда сигнал облучает полупроводниковые соединения (диоды, транзисторы и т.д.), он возвращается на гармонических частотах с определенными уровнями, благодаря нелинейным характеристикам соединения. Однако ложные срабатывания также могут иметь при этом место.

К достоинствам нелинейной локации можно отнести то, что она позволяет обнаруживать подавляющее большинство современных скрытно установленных технических средств перехвата акустических сигналов.

Недостатки нелинейной локации:

1. Затрудняется обнаружение ЗУ, выполненных в экранированном корпусе или экранированных металлическими конструкциями (например, балками).
2. Затрудняется обнаружение ЗУ установленных в бытовых электронных приборах.
3. Затрудняется обнаружение ЗУ в помещении, ограниченном железобетонными или армированными металлической сеткой, строительными конструкциями.

4. Эффективность ЛН резко снижается, если в помещении установлены микрофонные закладки, расположенные на удаленном окончании звуковода.

5. Техническая сложность проборов этого типа, неоднозначность возможной реакции на получение сигнала-отклика, требуют от оператора серьезных навыков работы с локатором и соответствующего методического обеспечения поисковых работ.

6. Поисковые работы, осуществляемые с использованием локатора нелинейности, требуют тщательной предварительной подготовки.

Таким образом, физические принципы, используемые локатором нелинейности для поиска и обнаружения объектов, позволяют обнаруживать подавляющее большинство современных скрытно установленных закладных устройств. Это позволяет отнести локатор нелинейности к классу универсальных поисковых приборов, обладающих высокой степенью эффективности. Однако, техническая сложность проборов этого типа, неоднозначность возможной реакции на получение сигнала-отклика, требуют от оператора серьезных навыков работы с локатором и соответствующего методического обеспечения поисковых работ [3].

1.1.3 Сравнение ТТХ современных ЛН

Типовая рабочая частота нелинейных локаторов лежит в пределах 800 – 1000 МГц. Исключение составляют НЛ семейства «Лорнет», что при узкой диаграмме направленности позволяет проводить более точную локализацию источника отклика в незранированном корпусе.

Режим работы используется, в основном, импульсный. В семействе локаторов «Лорнет» присутствует также и непрерывный режим работы.

Мощность излучения – самая большая у НЛ семейства «Лорнет».

Таким образом, по техническим характеристикам выгодно отличается нелинейный локатор «Лорнет -24» для обнаружения незранированных ЗУ. Для обнаружения экранированных ЗУ лучше подходит НЛ ORION HGO-4000 из-за

более низкой рабочей частоты. Также его выгодным отличием является управление с помощью компьютера [4,5,6].

Таблица 1.1- Основные характеристик локаторов нелинейности ORION HGO-4000, STT NR-900EM и ЛОРНЕТ-24.

Характеристика	ORION HGO-4000	STT NR- 900EM	ЛОРНЕТ-24
Страна производитель	США	Россия	Россия
Диапазон рабочих частот передатчика, МГц	850 – 1005	860 - 862	2409,6-2410,4
Режимы работы	импульсный	импульсный	Импульсный, непрерывный
Мощность излучения	30мВт-3Вт	не более 0,1Вт [+20 dBm]	До 10 Вт

1.2 Закладные устройства

1.2.1 Классификация ЗУ

В зависимости от вида информации, перехватываемой закладными устройствами, ЗУ можно разделить на акустические, телефонные и аппаратные закладки, а также закладные телевизионные системы [7].

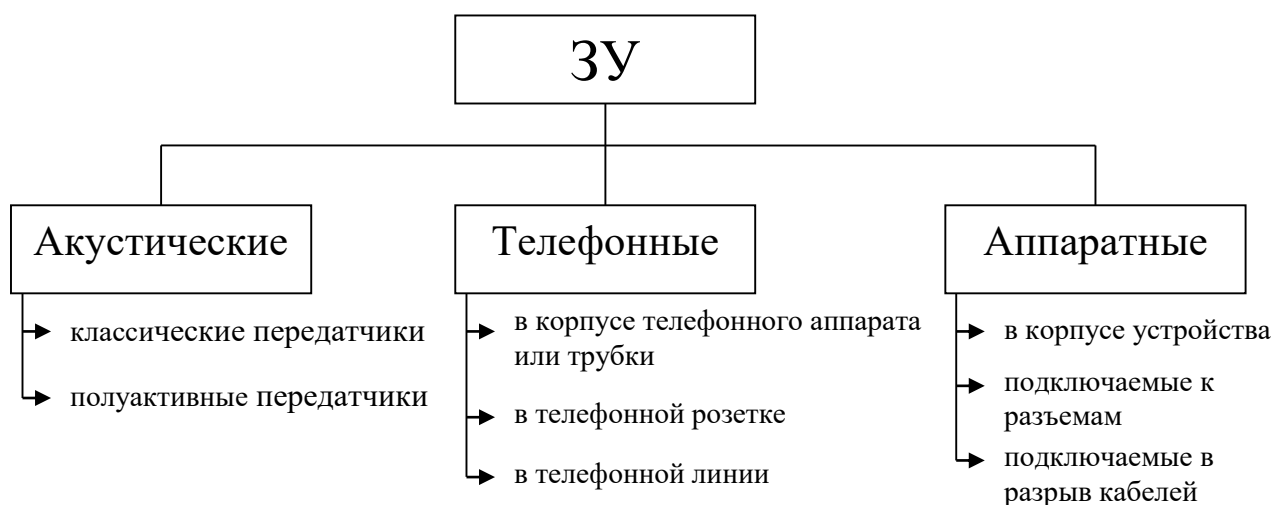


Рисунок 1.3 – Виды закладных устройств

Акустические закладки предназначены для перехвата акустической (речевой) информации.

Акустические радиозакладки могут быть построены по принципу классического передающего устройства, включающего как задающий генератор, так и модулятор. А могут быть построены по схеме полуактивного устройства типа «аудиотранспондера» или эндовибратора, в которых роль сигнала задающего генератора выполняет внешнее излучение. Современные закладные устройства способны не только перехватывать разговоры, ведущиеся в помещениях, но и осуществлять видеозапись.

Телефонными закладками называются ЗУ, предназначенные для перехвата информации, передаваемой по телефонным линиям связи. Перехваченная информация может записываться на цифровые диктофоны или передаваться по радиоканалу.

Под аппаратной закладкой обычно понимают электронное устройство, скрытно устанавливаемое (внедряемое) в техническое средство обработки и передачи информации (ТСПИ) с целью обеспечить в нужный момент времени утечку информации, нарушение ее целостности или блокирование [7].

Таким образом, после проведения классификации ЗУ, стало очевидным что, локатором нелинейности наиболее эффективно вести поисковые мероприятия акустических закладок. Так как:

1. Акустические закладки устанавливаются в предметы мебели, интерьера, где ложные отклики маловероятны и эффективность использования ЛН будет максимальной.
2. Телефонные закладки будут обнаружены в ходе проверки телефонной линии и телефонных аппаратов.
3. Аппаратные закладки – будут обнаружены при проверке аппаратуры, находящейся в проверяемом помещении.
4. Невозможность нахождения телефонных и аппаратных закладок с помощью ЛН обусловлена тем, что в телефонных аппаратах и другой аппаратуре

используются полупроводниковые элементы, на которые будет создаваться отклик ЛН.

1.2.2 Взаимодействие ЛН – ЗУ. От каких характеристик зависит обнаружение ЗУ

1.2.2.1 Разложение в ряд Тейлора

Нелинейным объектом называется объект, обладающий нелинейной вольтамперной характеристикой (ВАХ) (рис. 1.4). К ним относятся диоды, транзисторы, микросхемы, контакты металл-окисел-металл (МОМ-диод). К простейшему нестабильному МОМ-диоду относится и классическая двуокись железа - ржавчина. Специально созданные МОМ-диоды до середины 60-х годов использовались как детекторные диоды сантиметрового и миллиметрового диапазонов [1].

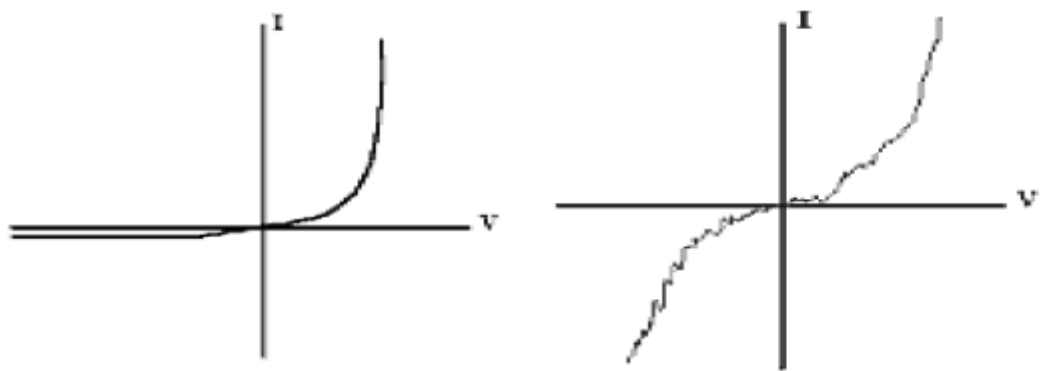


Рисунок 1.4 – Вольтамперные характеристики полупроводникового и ложного соединений

ВАХ любого нелинейного элемента разлагается в ряд Тейлора в виде аппроксимирующего степенного полинома. Тогда выходной ток на воздействие гармонического входного сигнала будет иметь вид:

$$i_{\text{вых}}(t) = i_0 + \alpha e_s(t) + \beta e_s^2(t) + \gamma e_s^3(t) + \dots, \quad (1.1)$$

где $es(t)$ – входной сигнал на нелинейном элементе.

Из (1.1) следует, что за счет нелинейности ВАХ в выходном сигнале за счет детектирования появляется постоянная составляющая E_0 , основная гармоника с амплитудой, умноженной на коэффициент α и высшие гармоники основной частоты, амплитуды которых пропорциональны соответствующим коэффициентам. Определим физическое понятие этих коэффициентов. Из [8] следует, что α есть крутизна ВАХ в рабочей точке.

$$\alpha = \left. \frac{d}{de} i \right|_{e=E_0} = S, \frac{\text{мА}}{\text{В}} \quad (1.4)$$

$$\beta = \left. \frac{1}{2!} \frac{d^2}{de^2} i \right|_{e=E_0} = \frac{1}{2!} \frac{d}{de} \alpha \Big|_{e=E_0}; \quad (1.3)$$

$$\gamma = \left. \frac{1}{3!} \frac{d^3}{de^3} i \right|_{e=E_0} = \frac{1}{3!} \frac{d^2}{de^2} \alpha \Big|_{e=E_0}. \quad (1.4)$$

Коэффициенты β, γ являются соответственно первой и второй производными от крутизны ВАХ в рабочей точке E_0 . Большинство полупроводниковых приборов, используемых в радиоэлектронных устройствах съема информации – транзисторы, диоды, микросхемы, обладают характеристиками, близкими к квадратичной. Что касается естественных МОМ-диодов – ржавых частей металла или их контактов, идентификация строится на предположении кубической зависимости их ВАХ, когда в (1) отсутствуют производные четного порядка. Данное предположение не имеет под собой физических оснований, поскольку даже искусственными технологическими приемами невозможно создать идеальную квадратичную или кубическую зависимости ВАХ.

Естественный контакт двух металлов или ржавчина представляют собой элемент с механически нестабильным “р-п переходом”, а, следовательно, и с

нестабильной ВАХ, которая в данном случае сильно зависит от всех параметров окружающей среды, что автоматически ведет к такой же чувствительности к внешним параметрам и крутизны и остальных ее производных [1].

1.2.2.2 Эффект затухания

Большинство специалистов основываются на "эффекте затухания" при распознавании полупроводникового и ложного соединения. Этот эффект проиллюстрирован на рисунке 1.5. Если Вы слушаете демодулированный аудиоотклик от настоящего полупроводника, то по мере приближения к нему антенны, уровень шумов будет значительно понижаться. И напротив, по мере удаления от него, уровень шума начнет возрастать и постепенно вернется к нормальному. Демодулированный аудиосигнал достигает наименьшего значения непосредственно над полупроводниковым соединением и увеличивается до нормы в стороне от него [1].

При приближении антенны НЛ к ложному соединению, аудиошум может усилиться и достигнуть своего максимального значения непосредственно над ним или в некоторых случаях слегка уменьшиться. По мере удаления антенны НЛ аудиошум вернется к обычной норме.

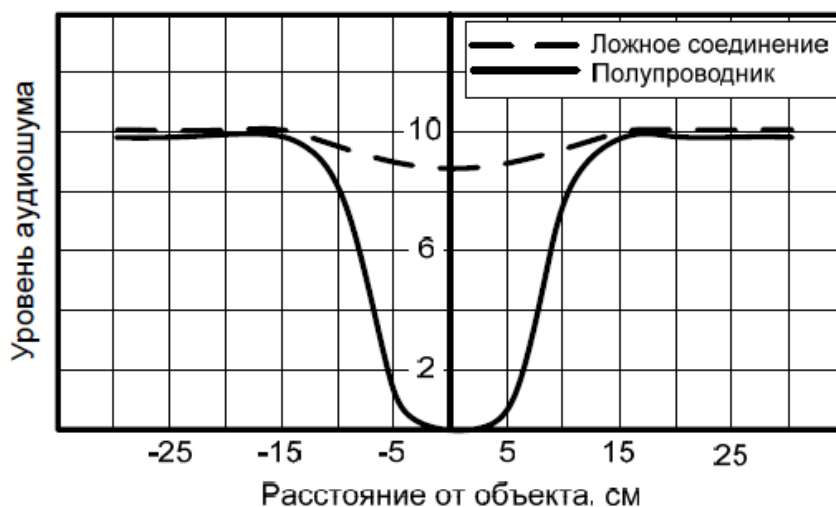


Рисунок 1.5 – Кривая аудиошума для полупроводника и ложного соединения

Фундаментальная теория "эффекта затухания" достаточно проста.

Если ЛН излучает немодулированный сигнал, то сигнал отклика на частотах гармоники также будет немодулированным и будет наблюдаться эффект затухания.

Существует несколько моделей ЛН российского производства, в которых реализован режим, который основан на "эффекте затухания" и используется как способ распознавания типов соединений. Большинство ложных соединений легко распознаются, проявляя "эффект затухания" при наличии соответствующего опыта.

1.2.2.3 Возможности применения аудиодемодуляции в ЛН

При применении ЛН в поисковых мероприятиях возможно не только обнаружение электронных устройств, но и их классификация при помощи аудио демодуляции. Так, например, при обнаружении некоторых записывающих устройств, можно услышать аудиосигнал записывающей головки. Более того, если ЛН дает хорошую аудиодемодуляцию, то зачастую возможно прослушивание синхронизирующих импульсов при обнаружении видеокамер. Используя частотную демодуляцию, иногда возможно прослушать характерные аудио сигналы в электронных устройствах, возникающих из-за фазовых сдвигов. Поэтому, очень важно иметь достаточный опыт работы с ЛН для распознавания электронных устройств по характерным аудио сигналам.

Кроме того, при обнаружении ложного соединения, можно без особого труда отличить его от полупроводника, прослушивая демодулированный аудио сигнал и одновременно производя на него физическое вибрационное воздействие, постукивая по стене кулаком или резиновым молотком. Ложное соединение отреагирует на подобное воздействие треском в наушниках. Чистый полупроводник при этом будет "молчать" [1].

1.2.3 Сравнение методов обнаружения и выявления основных характеристик, влияющих на качество обнаружения ЗУ

Так как разложение в ряд Тейлора является весьма неточным и сложным в реализации – то в ходе дипломной работы принимаем за оптимальный метод обнаружения ЗУ – «эффект затухания».

На обнаружение ЗУ при обследовании ЛН влияет:

1. Исполнение ЗУ в экранированном корпусе. Так как если до ЗУ не дойдет зондирующий сигнал – то, естественно, он не будет преобразован в кратные гармоники [9].

2. Использование в ЗУ полупроводниковых элементов. Так как эффект преобразования зондирующего сигнала в кратные гармоники основан на свойстве полупроводников [3].

3. Размещение ЗУ. Если ЗУ расположено за балками либо в помещениях со сложной помеховой обстановкой – то такие предметы могут давать отклик на зондирующий сигнал [3].

В настоящий момент качественные устройства, выполненные в экранированном корпусе не очень распространены и весьма дорогостоящие, поэтому вероятность их использования вероятным противником нужно оценить на подготовительном этапе. Обнаружение таких ЗУ возможно с помощью металлоискателя или тепловизора.

1.2.4 Выявление признаков обнаружения ЗУ и ложных срабатываний

Признаки обнаружения ЗУ:

1. Устойчивое свечение светодиодов столбца, сигнализирующее о приеме отраженного сигнала на второй гармонике, которое без изменения положения датчика не изменяется, а в головных телефонах слышен устойчивый звуковой (тональный) сигнал.

2. Преобладание уровня сигнала на второй гармонике по сравнению с третьей.

3. При постукивании по обследуемой поверхности в различных точках зоны обнаружения показания индикаторного устройства не изменяются.

4. При прослушивании демодулированный аудиоотклик от настоящего полупроводника, по мере приближения к нему антенны уровень шумов будет значительно понижаться. И напротив, по мере удаления от него уровень шума начнет возрастать и постепенно вернется к нормальному. Демодулированный аудиосигнал достигает наименьшего значения непосредственно над полупроводниковым соединением и увеличивается до нормы в стороне от него.

5. Если ЗУ работает в активном режиме, то при наличии соответствующего режима у локатора нелинейности через головные телефоны можно прослушать тестовый акустический сигнал, создаваемый в контролируемом помещении.

Признаки обнаружения ложного срабатывания:

1. Свечение столбца, сигнализирующего о приеме отраженного сигнала на третьей гармонике, а в некоторых случаях – неустойчивым свечением столбца, сигнализирующего о приеме отраженного сигнала на второй гармонике.

2. Трески в головных телефонах (или прослушивание частоты механической вибрации) при достаточно легком постукивании по обследуемой поверхности.

3. При достаточно сильном механическом воздействии на обследуемую поверхность (например, удар резиновым молотком) в ряде случаев помеховый сигнал может совсем исчезнуть.

4. При приближении антенны ЛН к ложному соединению, аудиошум может усилиться и достигнуть своего максимального значения непосредственно над ним или в некоторых случаях слегка уменьшиться. По мере удаления антенны ЛН аудиошум вернется к обычной норме [3].

2 АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ НЕЛИНЕЙНОЙ ЛОКАЦИИ. МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАМНО - АППАТАРНОГО КОМПЛЕКСА НЕЛИНЕЙНОЙ ЛОКАЦИИ

2.1 Анализ принципов нелинейной локации

На основе накопленных экспериментальных и физических представлений процесс наблюдения в условиях нелинейной локации полностью аналогичен традиционной локации для случая наблюдения объектов с активным ответом в режиме опознавания, при этом уравнение нелинейной радиолокации будет иметь вид:

$$P_{Nпр} = \frac{P_{изл} G_{изл} G_{Nпр} \lambda^2}{(4\pi r)^2} \frac{\lambda^2}{N^2} G_{НОпр} G_{Nизл} \xi_N(\omega, P_{изл}) K_1(\omega) K_2(\omega_N), \quad (2.1)$$

где $P_{Nпр}$. - мощность отклика объекта на N-ой гармонике в месте расположения приемной антенны локатора;

$P_{изл}$. - мощность излучения локатора.

$G_{изл}$. - коэффициент усиления излучающей антенны локатора.

$G_{Nпр}$. - коэффициент усиления приемной антенны локатора на N -ой гармонике.

$\lambda = c/f$ - длина волны излучения локатора (эквивалентна частоте, где c - скорость света, f - частота излучения локатора).

r - расстояние до объекта.

N - номер принимаемой локатором гармоники.

$G_{НОпр}$ - коэффициент усиления эквивалентной приемной антенны нелинейного объекта.

$G_{Nизл}$. - коэффициент усиления эквивалентной излучающей антенны нелинейного объекта.

$K1(\omega)$ - частотно-зависимый коэффициент затухания зондирующего сигнала лоатора в среде распространения.

$K2(\omega_N)$ - частотно-зависимый коэффициент затухания сигнала N -ой гармоники от объекта в среде распространения.

$\xi_N(\omega, P_{\text{изл.}})$ - коэффициент нелинейного преобразования для N -ой гармоники, который как будет показано ниже, зависит от частоты и мощности излучения лоатора.

Анализ выражения (2) показывает, что мощность на гармониках, излучаемая объектом (а значит и эффективность обнаружения при прочих равных условиях), растет при увеличении мощности излучения лоатора $P_{\text{изл.}}$, снижении частоты его излучения f и номера принимаемой гармоники N . Кроме того, чем ниже частота излучения лоатора, тем меньшие значения имеют коэффициенты затухания $K1, K2$, что также ведет к увеличению мощности сигнала от объекта.

Существенным отличием нелинейной локации от классического наблюдения (обнаружения) объектов с активным ответом является прямое преобразование падающей на объект энергии зондирующего сигнала в энергию высших гармоник.

В связи с этим модель радиолокационного наблюдения (обнаружения) в условиях нелинейной локации можно классифицировать как наблюдение с полуактивным ответом, что связано с отсутствием потребления энергии объектом от специального источника питания. Особенности его являются очень малое значение коэффициента нелинейного преобразования ($\xi_N \ll 1$) и зависимость его от частоты и мощности зондирующего сигнала лоатора [1].

2.2 Анализ основных характеристик лоатора нелинейности

Основными характеристиками лоаторов нелинейности является:

- мощность излучения;
- чувствительность приемника;
- режим излучения;

- частота излучения;
- наличие сертификата на применение по заявленному назначению.

Мощность излучения имеет два аспекта: во многом определяет ТТХ лоатора и оказывает негативное влияние на оператора. Чем больше мощность – тем сильнее будет отклик и на большем расстоянии возможно обнаружение ЗУ [10].

Многие оценивают ЛН по излучаемой мощности, так как эта характеристика сравнительно легка для восприятия. Однако очень важно понять, что чувствительность приемника так же важна, как и мощность передатчика. Также необходимо понять, что ЛН с низкой мощностью излучения и качественным приемником может иметь более высокие характеристики по обнаружению, чем мощный лоатор с плохим приемником. Следует иметь в виду, что мощный лоатор может вывести из строя электронные приборы и даже нанести ущерб здоровью людей.

Режим излучения напрямую связан с мощностью излучения. Существует два режима излучения: непрерывный и импульсный. Преимуществом импульсного режима является меньшее потребление тока при условии хорошей конструкции передатчика. Например, приемник принимает сигналы с частотой, достаточной для человеческого зрения и слуха, и выключает передатчик на достаточно длительные интервалы. Эта характеристика уменьшает требования к величине аккумуляторов и токопотреблению. Более того, для реализации “эффекта затухания” приемник нелинейного лоатора непрерывного излучения должен иметь качественные усилитель низкой частоты и демодулятор. Следующим важным аспектом является способ демодуляции в импульсном режиме. Если частота повторения импульсов выше порога слышимости, то для хорошего качества демодуляции достаточно простой схемы амплитудной модуляции.

Частота излучения наряду с его мощностью является основным параметром, формирующим ТТХ лоатора. Данное обстоятельство связано с двумя факторами: частотной зависимостью величины затухания в среде распространения как зондирующего сигнала, так и сигналов на высших гармониках (наблюдается экспоненциальный рост затухания с увеличением частоты); в силу физической

природы процесса преобразования частоты полупроводниковыми приборами уровень мощности преобразованного сигнала тем выше, чем ниже частота локатора. Следовательно, эффективность локатора при понижении частоты существенно повышается.

Большинство локаторов нелинейности работают на одной фиксированной частоте, некоторые имеют несколько каналов. Из-за непрерывно увеличивающегося количества средств радиосвязи и правительственного регулирования радиодиапазона нелинейные локаторы с ограниченной частотой излучения часто «конфликтуют» с другими электронными устройствами. Если локатор работает на занятой частоте, его показания могут быть случайными и ненадежными. Это обычная проблема для больших городов. По этой причине ЛН должен работать в достаточно широком диапазоне и автоматически находить свободные каналы для работы.

О локаторе нелинейности можно судить как по дальности обнаружения, так и способности различать эти соединения. Наиболее важной характеристикой ЛН является дальность обнаружения - глубина проникновения сигнала в предметы, находящиеся в месте поиска. Большая дальность обнаружения не обязательно является достоинством ЛН; вы можете просто обнаруживать электронные устройства (компьютеры, телефоны) в соседнем помещении. Во время работы ЛН должен иметь не только достаточную дальность обнаружения, но и возможность соответствующей регулировки мощности для обеспечения необходимой глубины обнаружения в обследуемом материале.

Таким образом, для обнаружения ЗУ, большинства ЗУ ЛН должен обладать следующими параметрами:

- низкая рабочая частота;
- большой диапазон мощности ЛН с маленьким шагом регулировки;
- высокочувствительный приемник;
- импульсный режим работы передатчика.

2.3 Общие положения о программно - аппаратных комплексах НЛ

Программно-аппаратный комплекс — это набор технических и программных средств, работающих совместно для выполнения одной или нескольких сходных задач.

Программно – аппаратный комплекс — техническое решение концепции алгоритма работы сложной системы, управление которой осуществляется, как правило, исполнением кода из определённого базового набора команд (системы команд), описанных в документации.

Состоит, соответственно, из двух основных частей:

Аппаратная часть — устройство сбора (ЛН) и обработки информации (компьютер).

Программная часть — специализированное ПО (как правило, написано компанией — производителем аппаратной части), обрабатывающее и интерпретирующее данные, собранные аппаратной частью.

Главными преимуществами применения программно-аппаратных комплексов нелинейной локации является:

- возможность обработки сигнала, полученного ЛН;
- возможность автоматизации проведения поисковых работ;
- получение большей точности полученных результатов откликов, путем принятия решения по заданному набору признаков.

2.4 Анализ методов создания карты помещения

Взаимодействие между ЛН и компьютером может быть организовано следующими способами:

- 1) по проводной среде передачи;
- 2) по беспроводной среде передачи:
 - а) по средствам Bluetooth соединения;

- б) по средствам Wi-Fi соединения;
- в) по средствам эхолокации;
- 3) по оптическому каналу с использованием метода лазерной дальнометрии.

2.4.1 Взаимодействие по проводной среде передачи

На сегодняшний день наиболее распространенным способом проводного соединения ЛН и компьютера является USB (Universal Serial Bus — «универсальная последовательная шина») соединение. Главным достоинством проводной среды передачи является высокая надежность среды передачи. Однако при использовании USB кабеля проблемой является максимальная длина кабеля (максимальная длина кабеля без экрана – 3 метра, с экраном – 5 метров), а также невозможность составления карты помещения из-за невозможности измерения расстояния от ЛН до компьютера.

При выборе другого способа проводного соединения остается актуальным проблема измерения расстояния от ЛН до компьютера. В связи с этим, проводной канал связи является непригодным для решения поставленной задачи.

2.4.2 Взаимодействие по средствам Bluetooth соединения

При использовании Bluetooth (производственная спецификация беспроводных персональных сетей для передачи информации) соединения максимальная дальность составляет 100 м, однако качество соединения сильно зависит от преград и помех. При использовании Bluetooth соединения возможно составление карты помещения, однако, из-за нестабильности качества связи, полученные данные, не могут быть постоянными и отсутствуют гарантии получения такого же сигнала при следующей проверке.

2.4.3 Взаимодействие по средствам Wi-Fi соединения

При использовании Wi-Fi (Wireless Fidelity - «беспроводное качество», или «беспроводная точность» - семейство стандартов передачи цифровых потоков данных по радиоканалам) соединения максимальная дальность без применения специальным антенн 100-150 метров, однако качество связи, также, как и при Bluetooth соединении, сильно зависит от преград и помех что делает его нестабильным. Из-за этого Wi-Fi соединение также не может быть использовано для составления карты помещения.

2.4.4 Взаимодействие по средствам эхолокации

Эхолокация — (эхо и лат. locatio «положение») способ, при помощи которого положение объекта определяется по времени задержки возвращений отражённой волны

При использовании эхолокации точность карты помещения будет достаточно большой, однако это внесет существенные изменения в конструкцию локатора нелинейности, что приведет к ухудшению его ТТХ. В частности, увеличение габаритов и веса, значительное усложнение конструкции, увеличение вреда для оператора, а также приведет к значительному повышению цены. Из-за названных недостатков, эхолокация также неприменима для составления карты помещения.

2.4.5 Взаимодействие по оптическому каналу с использованием метода лазерной дальнометрии

При выборе оптического канала с использованием метода лазерной дальнометрии точность карты будет достаточно большой (погрешность 1-2 мм на метр). Также большим преимуществом использования оптического канала является относительная простота конструкции приборов, что позволит добиться

необходимых результатов при малом усложнении конструкции ЛН. Из-за названных причин, в ходе дипломной работы будет применяться данный способ для составления карты помещения.

2.5 Анализ потенциальных угроз

2.5.1 Определение угроз и их оценка

Прежде всего, при проведении поисковых работ, необходимо осуществить оценку угроз, связанных с возможностью утечки защищаемой информации через закладные устройства рисков, а также провести их оценку. Основные угрозы приведены в табл. 2.1:

Таблица 2.1- Виды угроз

Вид угроз	Способы обнаружения
Установка некамуфлированной ЗУ постоянно находящейся в активном состоянии.	Обнаружение индикаторами поля, частотомерами, ЛН и т.д.
Установка ЗУ управляемых дистанционно, оборудованных акустоматами, а также ЗУ накапливающих информацию и передающих ее в пакетном режиме	Обнаружение программно-аппаратными комплексами частотного контроля постоянно находящихся в режиме мониторинга, ЛН.
Установка ЗУ в экранированном корпусе	Обнаружение ЛН с высокочувствительными приемниками, программно-аппаратными комплексами частотного контроля постоянно находящихся в режиме мониторинга, индикаторами поля, частотомерами.
Установка ЗУ экранированных строительными конструкциями	Обнаружение ЛН с высокочувствительными приемниками, программно-аппаратными комплексами частотного контроля постоянно находящихся в режиме мониторинга, индикаторами поля, частотомерами.

На разработку и реализацию угроз оказывает влияние огромное количество факторов (экономических, технических, технологических и т.д). Следует выделить основные из них:

- ожидаемый нарушителем “эффект” от реализации угроз;
- сложность разработки и реализации;
- необходимые затраты;
- возможное наказание в случае идентификации угрозы, нарушителя и др.

В качестве базовых используем следующие показатели, обозначения и шкалы:

А – способ установки ЗУ в помещение:

- 1 – установка ЗУ в «забытых» предметах в помещении;
- 2 – установка ЗУ во время легального визита;
- 3 – установка ЗУ в офисную технику или предметы интерьера перед доставкой их в помещение;
- 4 – установка ЗУ в помещении во время ремонта;
- 5 – установка ЗУ с нелегальным проникновением в помещение.

Б – обнаружение угрозы - оценивается возможность обнаружения угрозы ЛН:

- 1 – легко; 2 – трудно; 3 – невозможно.

В – частота появления. Данная оценка отражает сравнительную характеристику частоты появления конкретной угрозы в сравнении с другими угрозами:

- 0 – неизвестна; 1 – низкая; 2 – средняя; 3 – высокая.

Г – потенциальная опасность - оценивается опасность угрозы с точки зрения ущерба, который может понести организация в случае реализации угрозы:

- 1 – низкая; 2 – высокая; 3 – сверх высокая.

Д – источник появления:

- 1 – внутренний; 2 – внешний.

Под внутренним источником понимается установка ЗУ персоналом организации. К внешним относим партнеров, поставщиков, исполнителей конкретных работ и т.п.

Е – Сложность реализации угрозы:

1 – легко; 2 – трудно

Комплексная оценка угрозы может быть рассчитана следующим образом:

$$K_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^m \frac{K_{ij} + K_{j\max}}{2}}{m} \quad (2.2)$$

где K_{ij} – оценка i -й угрозы по j -му параметру; m - количество параметров оценки;

$K_{j\max}$ - максимальная оценка по j -му параметру.

Результаты расчетов приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Оценки угроз безопасности предприятию установкой ЗУ

	Угрозы безопасности	А	Б	В	Г	Д	Е	Комплексная оценка
1	Установка некамуфлированной ЗУ постоянно находящейся в активном состоянии.	1, 2, 3, 4, 5	1	3	1	1,2	1	1.46
2	Установка ЗУ управляемых дистанционно, акустоматами, накапливающих информацию и передающей ее в пакетном режиме	1, 2, 3, 4, 5	1	2	3	1,2	1	1.54
3	Установка ЗУ в экранированном корпусе	1, 2, 3, 4, 5	2	2	2	1,2	2	1.66
4	Установка ЗУ экранированных строительными конструкциями	4, 5	2,3	0	3	2	2	1.66
<i>Примечание.</i> Максимальные оценки для графы А - 5; для графы Б - 3; для графы В - 3; для графы Г - 3; для графы Д - 2; для графы Е - 2.								

Проанализировав таблицу 2.2 выделяются критические угрозы, которым нужно уделить повышенное внимание, так как их реализация приведёт к максимальному ущербу:

- установка ЗУ в экранированном корпусе;
- установка ЗУ экранированных строительными конструкциями.

На основе данных угроз строится модель действий нарушителя.

2.5.2 Модель действий нарушителя

Модель (образ) нарушителя представляет собой его комплексную характеристику, отражающую его возможное психологическое состояние, уровень

физической и технической подготовленности, осведомленности, которая позволяет оценить степень его способности в практической реализации проникновения.

Основная цель нарушителя, устанавливающего закладные устройства состоит, как правило, в получении несанкционированного доступа к каналам связи, по которым может передавать конфиденциальная информация, получение информации, озвучиваемой в помещении, получение доступа к аппаратуре. При этом основная задача нарушителя состоит в скрытной установке ЗУ. Модель угроз представляет собой перечень возможных способов достижения цели нарушителя, сценариев наиболее вероятных его действий при несанкционированном проникновении.

Анализируя критические угрозы, которые были определены в пункте 2.5.1 видно, что злоумышленник может преследовать различные цели, поэтому и модель его действий в каждом случае будет разной.

Мотивы:

- самоутверждение;
- принуждение;
- месть;
- корыстный интерес;
- идейные соображения.

Основные направления реализации угроз:

- установка ЗУ непосредственно злоумышленником;
- принуждение сотрудников предприятия к установке ЗУ;
- установка ЗУ посетителями предприятия по просьбе нарушителя.

Для осуществления доступа на предприятие нарушитель может использовать следующие каналы атак:

- физический доступ на предприятие;
- установка ЗУ кем-либо по просьбе злоумышленника.

Объектами защиты являются:

- офисное оборудование;

- строительные конструкции помещения;
- мебель.

Субъектами, связанными с функционированием предприятия и потенциально могущими осуществить НСД, являются:

- персонал службы безопасности;
- системные администраторы, которые осуществляют поддержку офисного оборудования;
- партнеры;
- конкуренты;
- персонал.

Построенная модель действий нарушителей показала, что система имеет ряд уязвимостей, через которые могут быть реализованные вышеперечисленные угрозы:

- 1) халатность службы безопасности;
- 2) недобросовестные сотрудники;
- 3) недобросовестные партнеры;
- 4) недобросовестные конкуренты.

2.5.3 Определение показателей эффективности системы

Эффективность системы можно оценить через управление рисками.

Выделяют 2 вида управления:

- проактивное управление (управление вероятностью и воздействием риска до реализации рискового события);
- реактивное управление (управление воздействием риска после реализации рискового события).

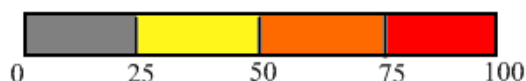
Для оценки рисков системы защищенность каждого ценного ресурса определяется при помощи анализа угроз, действующих на конкретный ресурс, и уязвимостей, через которые данные угрозы могут быть реализованы. Оценивая вероятность реализации актуальных для ценного ресурса угроз и степень влияния

реализации угрозы на ресурсы, анализируются информационные риски ресурсов системы.

В работе используется шкала от 0 до 100%. Максимальное число уровней – 100, т.е. шкалу можно разбить на 100 уровней. При разбиении шкалы на меньшее число уровней, каждый уровень занимает определенный интервал на шкале. Возможно 2 варианта деления:

- равномерное;
- логарифмическое.

В данной работе используется равномерное распределение уровней.



0-25 – риск незначительный; 25-50 – риск приемлемый; 50-75 – риск высокий; 75-100 – риск неприемлемый

Рисунок 2.1 — Распределение уровней оценки рисков

Расчет рисков осуществляется в соответствии с этапами:

Первый этап - рассчитывается уровень угрозы по уязвимости Th на основе критичности и вероятности реализации угрозы через данную уязвимость. Уровень угрозы показывает, насколько критичным является воздействие данной угрозы на ресурс с учетом вероятности ее реализации.

$$Th = \frac{ER}{100} \cdot \frac{P(V)}{100} \quad (2.3)$$

где ER – критичность реализации угрозы (указывается в %);

$P(V)$ – вероятность реализации угрозы через данную уязвимость (указывается в %).

Второй этап – что бы рассчитать уровень угрозы по всем уязвимостям CTh , через которые возможна реализация данной угрозы на ресурсе,

просуммируем полученные уровни угроз через конкретные уязвимости по следующей формуле:

$$CTh = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - Th) \quad (2.4)$$

Третий этап - аналогично рассчитываем общий уровень угроз по ресурсу CThR (учитывая все угрозы, действующие на ресурс):

$$CThR = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - CTh) \quad (2.5)$$

Четвертый этап - риск по ресурсу R рассчитывается следующим образом:

$$R = CthR \cdot D \quad (2.6)$$

где D – критичность ресурса по трем угрозам. Задается в деньгах или уровнях;

R - суммарный риск по трем угрозам.

Таким образом, получим значение риска по ресурсу в уровнях (заданных пользователем) или деньгах.

Пятый этап - риск по информационной системе CR рассчитывается по формуле:

$$CR = \left(1 - \prod_{i=1}^n \left(1 - \frac{R_i}{100}\right)\right) \cdot 100 \quad (2.7)$$

Результаты расчетов приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3 – Перечень угроз и соответствующих им уязвимостей

Ресурс	Угрозы	Уязвимости
Предприятие	Угроза 1: установка ЗУ в экранированном корпусе	Уязвимость 1 Возможность нахождения ЗУ в соседних помещениях из-за применения большой мощности
		Уязвимость 2 Возможность пропуска ЗУ
	Угроза 2 установка ЗУ экранированных строительными конструкциями	Уязвимость 1 Возможность неправильной идентификации
		Уязвимость 2 Возможность пропуска ЗУ

Таблица 2.4 – Оценка критичности и вероятности реализации угроз по угрозе целостности

Угроза/Уязвимость	Вероятность реализации угрозы через данную уязвимость в течение года (%), P(V)	Критичность реализации угрозы через уязвимость (%), ER
Угроза 1/Уязвимость 1	30	30
Угроза 1/Уязвимость 2	40	60
Угроза 2/Уязвимость 1	30	50
Угроза 2/Уязвимость 2	20	60

Таблица 2.5 – Уровни угрозы по уязвимостям Th, CTh по угрозе целостности

Угроза/ Уязвимость	Уровень угрозы (%), Th	Уровень угрозы по всем уязвимостям, через которые реализуется данная угроза (%), CTh	Общий уровень угроз по ресурсу (%), CThR
Угроза 1/ Уязвимость 1	0,09	0,31	0,48
Угроза 1/ Уязвимость 2	0,24		
Угроза 2/ Уязвимость 1	0,15	0,25	
Угроза 2/ Уязвимость 2	0,12		

Таблица 2.6 – Расчет рисков для данного ресурса

Угроза/Уязвимость	Общий уровень угроз по ресурсу (%), CThR	Риск ресурса R
по угрозе конфиденциальности	0,48	48

3 АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ЛАЗЕРНОЙ ДАЛЬНОМЕТРИИ

3.1 Общие принципы лазерной дальнометрии

Лазерную дальнометрию традиционно связывают с применениями лазеров в военной технике. Отчасти это вполне справедливо, так как первые работы в области измерения расстояний при помощи лазеров действительно связаны с военными применениями и датируются 1961 годом. Вместе с тем в настоящее время области применения лазерных дальномеров существенно расширились и включают как военные применения (в т.ч., в наземной военной технике (артиллерии, танковых войсках), в авиации и на флоте), так, как и в задачах зондирования окружающей среды.

В общем случае задача определения расстояния между дальномером и целью сводится к измерению соответствующего интервала времени между зондирующим сигналом и сигналом, отраженным от цели. Различают три метода измерения дальности в зависимости от того, какой характер модуляции лазерного излучения используется в дальномере: импульсный, фазовый или фазово-импульсный.

3.1.1 Импульсный лазерный дальномер

Сущность метода импульсного дальнометрирования состоит в том, что к объекту посылается зондирующий импульс, который одновременно запускает временной счетчик в дальномере. Когда отраженный объектом импульс приходит к дальномеру, то он останавливает работу счетчика. По временному интервалу перед оператором на дисплее автоматически высвечивается расстояние до объекта.

Импульсный дальномер может считаться самым простым по схемной реализации лазерным дальномером. Он, по сути, повторяет в другом диапазоне

длин принцип обнаружения и последующего слежения за объектом (эхолокация или радиолокация).

В сторону возможного нахождения объекта посылается короткий радиоимпульс. Затем приемник лазерного дальномера включается на прием отраженного от объекта сигнала. По задержке отраженного импульса относительно зондирующего определяется расстояние до цели. При этом угловые координаты направления посылки импульса соответствуют угловым координатам обнаруженного объекта. Точность измерения длины определяется длительностью импульсов.

Замена источника излучения на лазер сопряжена как с достижением новых возможностей в плане измерения дальности до объекта и его локализации в пространстве, так и с появлением ряда ограничений на его использование.

Импульсный лазерный дальномер, использует в качестве зондирующего короткий импульс электромагнитного излучения, но с длиной волны, лежащей в оптическом диапазоне длин волн. Чаще всего это ближний ИК диапазон.

Возможность использования лазера для определения расстояния до объекта основана на реализации режима мощного импульса или режима модуляции добротности резонатора. Длительность импульса генерации в этом случае равна нескольким проходам резонатора лазера (резонатор обеспечивает положительную обратную связь). Чем меньше длина резонатора, тем короче генерируемый импульс. Характерные времена импульсов в этом режиме составляют 10-20 нс. Без дополнительных усложнений можно реализовать длительности около 2 нс. Правда, энергия излучения при этом будет ограничена величиной около 10 – 20 мДж.

Прием отраженного сигнала должен осуществляется скоростным фотоприемником. В противном случае точность измерения упадет. В настоящее время этим задачам в большей степени соответствуют лавинные фотодиоды и р-і-n фотодиоды, используемые в скоростных линиях оптоволоконной связи. Чувствительность этих приборов составляет порядка (0,2-0,5) А/Вт. Темновой ток около 1 нА. При наличии усиления они способны детектировать сигналы на уровне меньшем 1 нВт. Возможное использование различных модификаций этих

приемников принципиально не меняет ситуацию, так как в их основе лежат те же фотодиоды.

Схема импульсного лазерного дальномера включает два независимых канала – канал излучателя и канал приемника. Канал излучателя содержит источник излучения – лазер, и расширитель выходного пучка лазера – телескоп. Необходимость включения в схему дальномера телескопа обусловлена стремлением сократить угловую расходимость выходного излучения лазера. Требуемая расходимость определяется размерами цели (мишени) и расстоянием до нее.

Приемный канал должен обеспечить регистрацию отраженного от мишени излучения. В его состав входит объектив и фотоприемник. Объектив – это линза, которая собирает возвратившееся излучение с апертуры объектива на фотоприемнике.

В современных дальномерах стараются использовать малогабаритные лазеры с воздушным охлаждением. Выходные импульсы излучения имеют характерные энергии 10 –20 мДж. Характерная частота повторения импульсов - 1 импульс в несколько секунд, но иногда используют режим работы с большей частотой (в этом случае используют короткие серии импульсов).

В лазерных дальномерах, использующих импульсный метод модуляции, расстояние до объекта определяется по следующей формуле:

$$D = \frac{T}{2 \cdot c} \quad (3.1)$$

где D – искомое расстояние;

T – время, через которое был принят отраженный импульс;

c - скорость света в атмосфере.

Минимальная погрешность в измерении расстояния, обеспечиваемая данным методом, составляет около 2 см. Специалисты считают, что для решения большинства практических задач этого вполне достаточно, поскольку измеряемые расстояния составляют сотни метров.

Основными достоинствами импульсного дальнометрирования являются:

- высокая устойчивость метода измерения;
- сравнительно простая схема оптико-электронного тракта;
- возможность регистрации множественного отражения.

Основными недостатками импульсного дальнометрирования являются:

- ограничения по достижимой точности и разрешающей способности;
- принципиальное ограничение производительности при использовании одиночного приемника по норме «дальность до объекта – частота импульсов».

Как и во всех других родственных технологиях, в лазерной локации принято считать, что импульсный метод проигрывает по точности фазовому. Это происходит потому, что фактическая точность каждого измерения зависит от ряда параметров, каждый из которых может оказать на точность конкретного измерения. Таковыми параметрами являются:

- длительность и форма (в частности, крутизна переднего фронта) зондирующего импульса;
- отражательные характеристики объекта;
- оптические свойства атмосферы;
- текстура и ориентация поверхности объекта вызвавшей отражение зондирующего луча по отношению к линии визирования и другие.

Влияние всех перечисленных выше параметров сводится к ослаблению «размыванию» формы отраженного импульса на входе оптической схемы приемника, т.е. к возрастанию неопределенности в измерении длительности задержки распространения зондирующего импульса до объекта и обратно. Повышение этой неопределенности на практике оборачивается снижением точности. При измерении дальности в помещениях можно пренебречь оптическими свойствами атмосферы, так как они практически не влияют на измерения внутри помещения, а также текстуру и ориентацию поверхности объекта, вызвавшей отражение, так как в помещениях поверхности относительно гладкие.

Принципиальное ограничение производительности по норме «дальность до объекта – частота импульсов» состоит в следующем. Каждый следующий зондирующий импульс может быть излучен только после того, как зарегистрирован предыдущий отраженный импульс. С учетом конечной скорости распространения электромагнитных колебаний можно определить простое соотношение, которое определяет теоретический предел частоты зондирующих импульсов f_{max} в зависимости от высоты съемки H , а именно:

$$f_{max} = \frac{c}{2 \cdot H} \quad (3.2)$$

Это ограничение существенно на практике при значительном расстоянии до объекта (сотни метров – десятки километров).

3.1.2 Фазовый лазерный дальномер

При фазовом методе дальнометрирования лазерное излучение модулируется по синусоидальному закону. При этом интенсивность излучения меняется в значительных пределах. В зависимости от дальности до объекта изменяется фаза сигнала, падающего на объект. Отраженный от объекта сигнал приходит на приемное устройство также с определенной фазой, зависящей от расстояния. Фазовый метод измерения дальности на данный момент применяется только в дорогостоящих системах лазерного дальнометрирования. Главное преимущество фазового метода измерения – более высокая точность, которая может достигать миллиметров. Фазовые измерения в оптической и радиодальнометрии (в том числе в GPS и ГЛОНАСС методах) считаются самыми точными.

Для того чтоб определить расстояние между источником и объектом, необходимо:

1. Определить целое количество длин волн модуляции K , приходящихся на это расстояние.

2. Определить разность фаз $\Delta\varphi$ между принятой и опорной волной и тем самым оценить дополнительное расстояние, соответствующее «последней» неполной волне.

Если значения K и $\Delta\varphi$ удалось определить, то искомое расстояние определяется по формуле:

$$D = K\lambda + \frac{\Delta\varphi}{2\pi}\lambda, \quad (3.3)$$

где λ – длина волны модуляции.

Приведенной простой формулы достаточно, чтобы в принципе дать объяснение высокой точности фазового метода дальномерных измерений. Точность величины определяется стабильностью частоты генератора модулирующего колебания. В современных условиях возможно достичь очень высокой точности этого параметра. Т.е. если значение K определено правильно, то член практически не вносит никакого своего вклада в результирующую ошибку измерения дальности.

Величина также может быть определена достаточно точно, с помощью либо аппаратного метода определения значения с помощью т.н. фазиметров, либо принятый сигнал в цифровой форме записывается на магнитный носитель, а все последующие процедуры анализа фазы осуществляются программно. В любом случае удастся достичь высокой точности определения по следующим причинам:

— за счет использования синусоидального закона модуляции ширина спектра входного и выходного сигнала чрезвычайно мала. Теоретически можно говорить о бесконечно узком спектре, т.е. о единственной дискретной частоте

$$\omega = \frac{c}{\lambda} \quad (3.4)$$

Важно, что входное и выходное излучение может отличаться по интенсивности (т.е. по амплитуде волны модуляции), но не по частоте. Это

обстоятельство обуславливает высокую эффективность и точность корреляционных методов, которые используются при поиске значения.

— фазовый метод, в отличие от импульсного, позволяет получить численные значения и оценить достоверность и точность произведенного дальномерного измерения за счет анализа взаимной корреляционной функции излученного и принятого излучения. Достоверное (и как следствие точное) измерение будет характеризоваться наличием отчетливо выраженного максимума взаимной корреляционной функции, а у недостоверного измерения соответствующая функция будет иметь размытый вид и значения максимума будут определяться не столь точно. Наличие возможности численной оценки достоверности измерения позволяет, если необходимо, отвергать некоторые измерения, точность которых находится ниже допустимого порога.

Таким образом, основными достоинствами фазовой дальнометрии является:

- наивысшая возможная точность измерения;
- более высокая производительность.

Основными недостатками фазовой дальнометрии является:

- ограниченная дальность действия;
- возможность неоднозначности при определении целого количества длин волн;
- высокая потребная мощность излучателя;
- невозможность регистрации множественного отражения.
-

3.1.3 Трехмерное лазерное сканирование

Трехмерное лазерное сканирование является новым быстро развивающимся методом лазерных измерений, используемых для решения различных производственных и инженерных задач (проектирование, реконструкция, строительство и т.д.).

В основе метода лазерного сканирования лежит определение координат отдельных регистрируемых точек на поверхности измеряемого объекта по трем

измерениям (X , Y и Z), которое выполняются с помощью высокоточного скоростного (десятки тысяч измерений в секунду) лазерного дальномера. Принцип сканирования заключается в том, что после измерения координат отдельной фиксированной точки на поверхности объекта лазерный пучок разворачивается на некоторый заданный угол для того, чтобы перейти на следующий узел мнимой координатной сетки, где вновь производится определение координат. Так продолжается до тех пор, пока не будет просканирована вся поверхность изучаемого объекта.

Следует отметить, что повышение плотности узлов в координатной сетке повышает общее количество отснятых точек, а, следовательно, увеличивает детальность съемки. Координаты отдельных точек, полученные в результате сканирования объекта, объединяются в группы, называемые облаками точек. Количество точек в облаке варьируется от нескольких сотен до сотен тысяч (а порой и миллионов). Измеряя расстояние и зная угол отклонения лазерного луча в горизонтальной и вертикальной плоскостях, можно получить трехмерные координаты каждой отдельной точки в системе координат сканера, а затем с помощью дополнительных операций и специализированного программного обеспечения привязать полученное облако точек к любой другой системе координат.

Работа большинства лазерных сканеров основана на использовании импульсных лазерных дальномеров. Сканирование лазерным пучком осуществляется шаговыми электромоторами с закрепленными на них зеркалами. Одно из зеркал отклоняет луч лазера в горизонтальном направлении, а другое - в вертикальной плоскости (рис. 3.1).

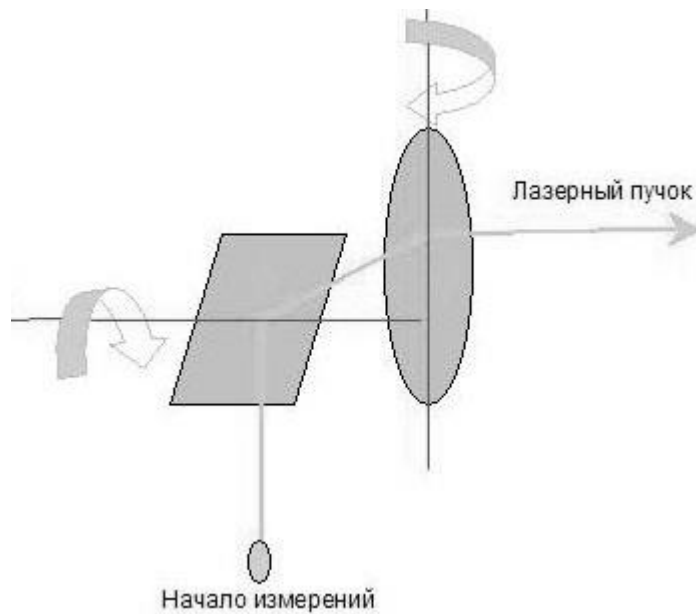


Рисунок 3.1 – Координатное сканирование лазерным пучком

Однако в последнее время используется и другая система сканирования. В этой системе луч лазера в горизонтальном направлении отклоняется не зеркалом, а с помощью ступенчатого (шагового) вращения сканера вокруг собственной оси. Это позволяет осуществлять съемку всего окружающего сканер пространства. Так, например, в современных лазерных сканерах поле зрения составляет 360° по горизонтали и 270° по вертикали.

3.2 Предъявление требований к лазерному дальномеру

Эффективность работы дальномера зависит от ряда параметров. Поэтому при выборе конструктивных решений помимо прочих соображений следует учитывать необходимость обеспечения:

- большой энергии в импульсе;
- максимально-возможного фокусного расстояния приемного объектива и его апертуры;
- максимально-возможного увеличения телескопа;
- минимального уровня темнового тока фотоприемника.

Для реализации магистерской работы целесообразнее использовать метод импульсного дальнометрирования из-за:

- незначительных погрешностей в измерениях импульсным методом обусловленных атмосферными явлениями и текстуры поверхности от которой будет отражаться сигнал;

- использовании сложных расчетов при использовании фазового метода дальнометрии, а также требуемой высокой мощности излучателя, что внесет существенные изменения в ТТХ ЛН.

При дальнейшем усовершенствовании блока, отвечающего за составление карты помещения возможно применение принципов трехмерного лазерного сканирования.

4 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

4.1 Планирование работ по проведению анализа метода совместного использования нелинейной локации и лазерной дальнометрии

Планирование работ по проведению анализа метода совместного использования нелинейной локации и лазерной дальнометрии наглядно иллюстрируется с помощью метода сетевого планирования и управления (СПУ).

Система СПУ включает в себя:

- составление перечня этапов и определение продолжительности выполнения работ;
- построение сетевого графика;
- расчет основных параметров сетевого графика.

Весь комплекс разработки подразделяется на этапы. По каждому из этапов рассчитывается трудоемкость, исполнители и продолжительность работ.

Для определения трудоемкости используется вероятностная оценка времени выполнения работ.

Ожидаемое время выполнения этапа определяется по формуле:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{\min}$ – минимально необходимое время на выполнение этапа работ при наиболее благоприятных условиях, дней;

$t_{\max}$ – максимальные затраты времени на выполнение работы по данному этапу при неблагоприятных условиях, дней.

Степень правильности определения $t_{ож}$ проверяется расчетом дисперсии (разброса между минимальной и максимальной оценками времени). Дисперсия определяется по формуле:

$$\sigma^2(t) = \left(\frac{t_{\max} - t_{\min}}{5} \right)^2 \quad (4.2)$$

Если дисперсия меньше или равна 1, то временные оценки работ считаются выбранными корректно, что говорит о малой степени неопределенности в значениях максимальной и минимальной продолжительности работ.

Результаты расчета приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Продолжительность этапов работ

Этапы проектирования	Временные оценки			Дисперсия	Исполнители		Продолж., дни
	$t_{\min}$	$t_{\max}$	$t_{ож}$		Специалист	Кол-во	
Составление и утверждение ТЗ	1	3	2	0,16	консультант инженер	1 1	2
Обзор литературных источников	2	4	3	0,16	инженер	1	3
Анализ метода НЛ	4	5	5	0,04	инженер	1	5
Анализ метода ЛД	4	5	5	0,04	инженер	1	5
Модель действий нарушителя	4	5	5	0,04	инженер	1	5
Разработка модели совместного использования НЛ и ЛД	10	12	11	0,16	инженер	1	11
Оценка риска выделенных угроз и уязвимостей	5	6	6	0,04	инженер	1	6
Методы борьбы с уязвимостями	4	5	5	0,04	инженер	1	5
Экономическое обоснование	4	5	5	0,04	экономист	1	5
Разработка мер по охране труда	4	5	5	0,04	инженер	1	5
Выводы	2	3	3	0,04	инженер	1	3
Оформление графической части	7	9	8	0,16	инженер	1	8

Продолжение таблицы 4.1 – Продолжительность этапов работ

Этапы проектирования	Временные оценки			Дисперсия	Исполнители		Продолж., дни
	t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$		Специалист	Кол-во	
Оформление отчета	2	3	3	0,04	консультант инженер	1 1	3
Итого	53	70	66	100	-	3	66

4.2 Построение сетевого графика

Сетевой график представляет собой информационно - динамическую модель, в которой изображаются взаимосвязи и результаты всех работ, необходимых для достижения поставленной цели проектирования.

Таблица 4.2—Перечень работ сетевого графика

№	Наименования работы	Код работы	Продолж., дни
1	Составление и утверждение ТЗ	0-1	2
2	Обзор литературных источников	1-2	3
3	Анализ метода НЛ	2-3	5
4	Анализ метода ЛД	3-4	5
5	Модель действий нарушителя	3-5	5
6	Разработка модели совместного использования НЛ и ЛД	4-6	11
7	Оценка риска выделенных угроз и уязвимостей	5-6	6
8	Методы борьбы с уязвимостями	6-7	5
9	Экономическое обоснование	7-8	5
10	Разработка мер по охране труда	8-9	5
11	Выводы	9-10	3
12	Оформление графической части	10-11	8
13	Оформление отчета	11-12	3
Итого			66

При построении сетевого графика используются два графических элемента: работы и события.

Работа - это процесс, требующий затрат времени, наличия исполнителей и материальных ресурсов. Событиями называются результаты проведенных работ, на графике события показываются кружками с номером. Сетевой график строится по данным таблиц 4.1, 4.2 и представлен на рисунке 4.1.

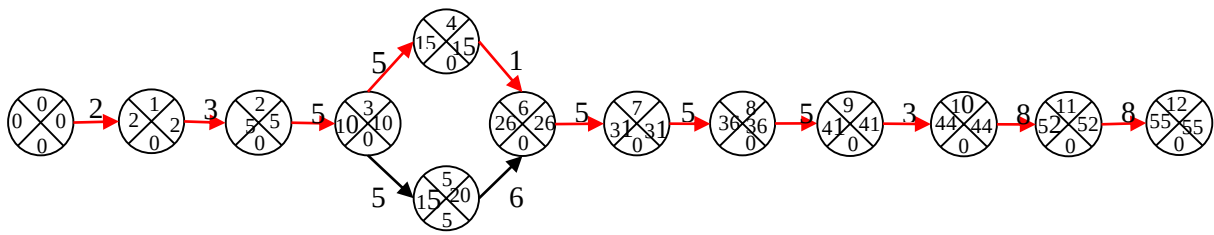


Рисунок 4.1- Сетевой график плана выполнения работ

4.3 Расчет параметров сетевого графика

Параметры работ и путей приведены в таблицах 4.3, 4.4 соответственно.

Таблица 4.3 – Параметры работ сетевого графика

Код работы	t_{ij}	$T_{рн}$	$T_{пн}$	$T_{ро}$	$T_{по}$	$R_{п}$	$R_{св}$
0 – 1	2	0	0	2	2	0	0
1 – 2	3	2	2	5	5	0	0
2 – 3	5	5	5	10	10	0	0
3 – 4	5	10	10	15	15	0	0
3 – 5	5	10	15	15	20	5	0
4 – 6	11	15	15	26	26	0	0
5 – 6	6	15	20	21	26	5	0
6 – 7	5	26	26	31	31	0	0
7 – 8	5	31	31	36	36	0	0
8 – 9	5	36	36	41	41	0	0
9 – 10	3	41	41	44	44	0	0
10 – 11	8	44	44	52	52	0	0
11 – 12	3	52	52	55	55	0	0

Таблица 4.4 – Параметры путей сетевого графика

№	№ событий	Продолжительность работ	L_i	Резерв t_i	K_{ni}
1	0-1-2-3-4-6-7-8-9-10-11-12	2-3-5-5-11-5-5-5-3-8-3	55	0	1
2	0-1-2-3-5-6-7-8-9-10-11-12	2-3-5-5-6-5-5-5-3-8-3	50	5	0,69

В таблицах использованы следующие обозначения:

t_{ij} – время выполнения работы;

$T_{р.н. ij}$ – ранний срок начала работы;

$T_{п.н. ij}$ – поздний срок начала работы;

$T_{p.o. ij}$ – ранний срок окончания работы;

$T_{п.о. ij}$ – поздний срок окончания работы;

$R_{п. ij}$ – полный резерв времени работы;

$R_{с. ij}$ – свободный резерв времени работы;

L_i – длина i -го пути;

Δt_i – резерв времени i -го пути;

$L'_{кр}$ – общая часть i -го и критического пути;

$K_{н. i}$ – коэффициент напряженности i -го пути.

Коэффициент напряженности i -го пути определяется по формуле:

$$K_{н. i} = \frac{L_i - L'_{кр}}{L_{кр} - L'_{кр}} \quad (4.3)$$

где $L_{кр}$ – длина критического пути.

Таким образом, построен график событий, сетевой график, таблица списка работ, найден критический путь. Им является путь 0-1-2-3-4-6-7-8-9-10-11-12 имеющий длину 55 дней. При последовательном выполнении этих же работ продолжительность составила бы 66 дней. Отсюда видно, что имеет смысл выполнять работы по сетевому графику, т.к. наблюдается сокращение срока выполнения на 11 дней.

4.4 Определение затрат на разработку и проектирование

4.4.1 Расчет основной заработной платы

Затраты по этой статье состоят из планового фонда зарплаты всех категорий работников, занятых разработкой проекта.

Расчет зарплаты ведется на основании данных таблицы 4.1 и 4.2.

Расчет приводится в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Расчет основной заработной платы

Должность исполнителя	Количество, чел.	Месячный оклад, грн.	Средне-дневная зарплата, грн.	Кол-во дней работы	Сумма зарплаты, грн.
Консультант	1	4200	135,48	5	677,4
Инженер	1	3800	122,58	66	8090,28
Экономист	1	4000	129,03	5	645,15
Итого	3	-	-	-	9412,83

4.4.2 Отчисления на социальное страхование и другие фонды

Эти отчисления определяются в процентном отношении к сумме основной и дополнительной зарплаты в соответствии с установленным нормативом 38% и составляют:

$$ЗП_{\text{осн}} \cdot 0,22 = 9412,83 \cdot 0,22 = 2070,82 \text{ грн}$$

4.4.3 Определение затрат на материалы и комплектующие

В эту статью включается стоимость основных и вспомогательных материалов (бумага, носители информации, картридж и т.д.), покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий, необходимых для разработки проекта. Расчет приводится в табл. 4.6.

Транспортно-заготовительные расходы принимаются равными 5% от стоимости материалов.

Таблица 4.6 – Затраты на материалы

Наименование материала	Кол-во	Цена за единицу, грн/шт.	Общая стоимость, грн.
Бумага для принтера, уп.	1	60	60
Flash-диск на 4Gb, шт.	2	95	190
Картридж для принтера, шт	1	180	180
Канцтовары, набор	1	70	70
Итого	-		500
Транспортно-заготовительные расходы			25
Всего с учетом транспортно – заготовительных расходов			525

4.4.4 Затраты на специальное оборудование

В эту статью включены расходы на приобретение, транспортировку, монтаж и отладку оборудования.

Также сюда входят затраты на оплату времени работы оборудования, которые определяются по формуле:

$$C_{mo} = P_{э} \cdot t_m, \quad (4.4)$$

где C_{mo} – затраты на оплату времени работы оборудования, грн.,

$P_{э}$ – эксплуатационные расходы на один час рабочего времени оборудования, грн./час,

t_m – время, требующееся для проектирования, час.

Оборудование требуется для выполнения работ продолжительностью 66 дней. Умножив на длительность рабочего дня (8ч.) получим время работы компьютера $66 \cdot 8 = 528$ ч. Принтер в общей сложности был задействован 8 часов. Эксплуатационные расходы на один час рабочего времени оборудования определяются по смете расходов на содержание и эксплуатацию оборудования (таблица 4.8) и годовому эффективному фонду времени ($\Phi_{эф} = 1800$ ч. при односменной работе).

Амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{\Phi_{б.} \cdot N \cdot H_a}{100\%}, \quad (4.5)$$

где $\Phi_{б.}$ – балансовая стоимость вычислительной техники, грн;

N – количество ПК;

H_a – норма амортизационных отчислений на полное восстановление вычислительной техники, % ($H_a = 50\%$).

Подставив в формулу значения балансовой стоимости используемого компьютера ПК ROMA BETA 522.0052 / CPU INTEL Pentium Dual Core E5700 / RAM DDR3 2 Gb / HDD 500 Gb, монитор LG Flatron LCD W2246S (которая определяется как стоимость компьютера 3525грн. и монитора 1325грн., плюс 5% транспортные расходы и составляет 5092,5грн.), многофункциональное устройство Xerox Phaser 3100MFP/S (стоимость – 1265грн. и 5% транспортные расходы составят 1328,25грн.) и нормы амортизационных отчислений 50%, получим:

$$A=(5092,5+1328,25) \cdot 0,5=3210,37 \text{ грн.}$$

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$E_{\text{ел}} = \sum_{i=1}^m H_e \cdot \Phi_{\text{эф}} \cdot C'_e, \quad (4.6)$$

где H_e – норма затрат энергии на единицу оборудования, которое использует данный вид энергоресурсов за единицу времени;

C'_e – стоимость единицы данного вида энергоресурса, грн.;

m – количество единиц оборудования, которое использует данный вид энергии.

Таблица 4.7 – Расчет стоимости энергоресурсов

Оборудование	Вид энергоресурса	Норма затрат, кВт/час.	$\Phi_{\text{эф}}$, час	Цена, грн.	Стоимость энергоресурсов, грн.
Компьютер	электроэнергия	0,4	528	1,1	232,32
Принтер	электроэнергия	0,2	8	1,1	1,76
Итого	-	-	536	-	234,08

Расходы на текущий ремонт оборудования принимаются равными 5% от балансовой стоимости оборудования и составляют 321 грн.

Прочие расходы принимаются равными 5% от суммы всех предыдущих статей расходов на содержание и эксплуатацию оборудования и составляют 188,27 грн.

Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования представлена в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Статья расходов	Сумма, грн
Амортизация оборудования	3210,37
Эксплуатация оборудования	234,08
Текущий ремонт оборудования	321
Прочие расходы	188,27
Итого	3953,72

Разделив итоговое значение таблицы 4.8 на фонд времени 1800ч. получим эксплуатационные расходы на 1 час машинного времени:

$$P_э = 3953,72 / 1800 = 2,2 \text{ грн./ч.};$$

А за все время разработки:

$$C_{мо} = 528 \cdot 2,2 = 1161,6 \text{ грн.}$$

4.4.5 Накладные расходы

К накладным расходам относятся затраты на общее управление и общехозяйственные нужды, содержание и эксплуатацию зданий. Накладные расходы принимаются равными 80% от основной заработной платы производственного персонала:

$$C_{нр} = 9412,83 \cdot 0,5 = 4706,41 \text{ (грн).}$$

Результаты калькуляционных расчётов приведены в таблице 4.9

Таблица 4.9 – Калькуляция сметной стоимости разработки проекта

Статья калькуляции	Сумма, грн	Удельный вес к итогу, %
Основные материалы	525	2,5
Общая заработная плата	9412,83	42,2
Накладные расходы	4409,2	33,7
Отчисления на социальное страхование	3040,84	16
Расходы на оплату машинного времени	1161,6	5,6
Итого	18555,47	100

4.5 Оценка экономической эффективности от реализации магистерской работы

Маркетинговые исследования, проектные разработки, прямой подсчет экономической эффективности по которым не представляется возможным, оценивают с помощью балльной системы.

Балльная оценка проводится по следующим важнейшим показателям:

- важность разработки K_1 ;
- возможность использования результатов разработки K_2 ;
- теоретическая значимость и степень новизны исследования K_3 ;
- сложность разработки K_4 .

Таблица 4.10 - Шкала для оценки важности разработки K_1

№ п/п	Показатель	Баллы
1	Инициативная работа, не является частью комплексной программы, или задачей ведомственных органов	1
2	Работа, выполняемая по договору о научно-технической помощи	3
3	Работа представляет часть ведомственной программы	5
4	Работа представляет часть ведомственной комплексной программы	7
5	Работа представляет часть международной комплексной программы	8

Таблица 4.11 - Шкала оценки возможности использования результатов разработки К₂

№ п/п	Показатель	Баллы
1	В данном подразделении	1
2	В данной организации	3
3	Во многих организациях	5
4	В масштабах страны	8

Таблица 4.12 - Шкала оценки теоретической значимости и уровня новизны исследования К₃

№ п/п	Показатель	Баллы
1	Анализ, обобщение и классификация известной информации. Подобные результаты были известны в исследуемой области	2
2	Получение новой информации, дополняющей знания о сущности изучаемых процессов, не известных в исследуемой области	3
3	Получение новой информации, меняет представление о сущности изучаемых процессов, не известных ранее	5
4	Создание новых теорий, методик	6
5	Получение информации, способствующей формированию направлений, неизвестных ранее	8

Таблица 4.13 - Шкала оценки показателей сложности исследования К₄

№ п/п	Показатель	Баллы
1	Работа выполняется одним подразделением, расходы менее 10000 грн.	1
2	Работа выполняется одним подразделением, расходы 10000-50000 грн.	3
3	Работа выполняется одним подразделением, расходы 50000-100000 грн.	5
4	Работа выполняется с участием многих подразделений, расходы 100000-500000 грн.	7
5	Работа выполняется несколькими организациями, расходы более 500000 грн.	8

Выбираем значения коэффициентов K_1 , K_2 , K_3 , K_4 в соответствии с таблицами.

K_1 – 1 балл (инициативная работа, не является частью комплексной программы, или задачей ведомственных органов)

K_2 – 5 баллов (возможность использования результатов разработки во многих организациях).

K_3 – 3 балла (получение новой информации, дополняющей знания о сущности изучаемых процессов, не известных в исследуемой области)

K_4 – 3 балла (работа выполняется одним подразделением, расходы 10000-50000 грн.).

Общая оценка находится как произведение коэффициентов:

$$P_c = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

$$P_c = 45 \text{ баллов}$$

Удельный эффект на каждый балл - 5000 грн.

Общий эффект от разработки составляет:

$$E = P_c \cdot 5000$$

$$E = 225000 \text{ грн}$$

Экономическая эффективность от реализации дипломной работы определяется с помощью коэффициента эффективности, характеризующий долю

общего эффекта от разработки, который приходится на одну грн. затрат (себестоимости). Находим коэффициент эффективности по формуле (4.7):

$$K_9 = E / K_{нир} \quad (4.7)$$

$$K_9 = 225000 / 20910,68 = 10,76$$

Так как $K \geq 1$, то разрабатываемый проект является эффективным.

В ходе работы было произведено экономическое обоснование в разработке метода совместного использования локатора нелинейностей и лазерного дальномера. Сетевой график, был найден и рассчитан критический путь выполнения работ. Он составил 55 дней, что не превышает установленного срока на исследование данной работы. Выполнив расчет сметы расходов на реализацию дипломной работы, которая включает в себя: стоимость материалов, спецоборудования, заработную плату сотрудников, отчисления на социальное страхование и накладные расходы, а также с использованием балльной системы оценки была рассчитана и установлена экономическая эффективность работы. Коэффициент экономической эффективности составил 10,76, что говорит об эффективности данной работы.

Таким образом, исследование вопроса совместного использования локатора нелинейностей и лазерного дальномера является очень перспективным и экономически выгодным проектом.

5 ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

В дипломной работе исследуются принципы нелинейной локации, будет разработано направление усовершенствования локатора нелинейности с целью ускорения процесса поиска закладных устройств. Работы будут проводиться в офисном помещении.

5.1 Анализ потенциальных опасностей

В офисном помещении на работников ежедневно воздействуют следующие вредные и опасные факторы:

1. Поражение электрическим током вследствие невыполнения правил техники безопасности и неисправности электрооборудования, которые могут привести к травмам или летальному исходу.
2. Негативное влияние электромагнитных излучений во время работы за мониторами ПК, а также при работе с локатором нелинейностей, что приводит к ухудшению зрения и понижению иммунитета.
3. Недостаточная освещенность помещения и рабочих мест из-за неправильного выбора или неисправности осветительных приборов, что приводит к ухудшению зрения.
4. Неудовлетворительные параметры микроклимата рабочего места из-за отсутствия достаточного количества приборов, которые обеспечивают необходимый воздухообмен. А также из-за отсутствия или неисправной работы систем кондиционирования и отопления помещений, которые поддерживают микроклимат, пригодный для работы и нормальной жизнедеятельности человека в соответствующие времена года.
5. Вероятность возгорания из-за неисправности электропроводки, несоблюдения или нарушения правил пожарной безопасности персоналом.

6. Заболевания костно-мышечной системы в связи с длительным статическим напряжением мышц спины, шеи, рук и ног, которые приводят к нарушениям опорно-двигательного аппарата.

7. Повышенный уровень вибраций, которые производятся работой персональными компьютерами и могут привести к общим заболеваниям.

8. Повышенный уровень шума, который вырабатывается при работе персональных компьютеров и может привести к ухудшению слуха.

9. Нерациональное расположение рабочих мест, из-за которого могут случаться механические травмы у работников.

5.2 Мероприятия по технике безопасности

Безопасность при работе с электрооборудованием обеспечивается применением различных технических и организационных мер. Они регламентированы действующими «Правилами устройства электроустановок» («ПУЭ»). Технические средства защиты от поражения электрическим током делятся на коллективные и индивидуальные; на средства, предупреждающие прикосновение людей к элементам сети, находящимся под напряжением, и средства, которые обеспечивают безопасность, если прикосновение все-таки произошло.

В офисе применяются следующие способы и средства электрозащиты:

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- предупредительная сигнализация;
- использование знаков безопасности;
- защитное заземление;
- зануление;
- защитное отключение.

Для предотвращения поражения электрическим током установлено электрооборудование, которое соответствует требованиям: «Правила устройства электроустановок» («ПУЭ») и ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ.

Электробезопасность. Защитное заземление, зануление». Величина сопротивления защитного заземления электрооборудования помещения не превышает 4 Ом; НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок». В офисном помещении располагается ЭВМ, разнообразное оборудование, относятся к классу пожароопасной зоны П-Па, поэтому предусмотрен минимальный уровень защиты изоляции оборудования IP44; ГОСТ 12.1.009-76 (1999) «ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения» оборудование офиса имеет двойную изоляцию, которая состоит из рабочей и дополнительной изоляции; ГОСТ 12.2.007.0-75* (2001) «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» ЭВМ, периферийные устройства и оборудование для ремонта, обслуживания и настройки ЭВМ по способу защиты человека от поражения электрическим током, принадлежит к I классу, поскольку имеют двойную изоляцию, элемент для заземления и провод для присоединения к источнику питания, который имеет заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом.

Эксплуатация электроустановок и электрооборудования проводится согласно НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безопасной эксплуатации электроустановок» и НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безопасной эксплуатации электроустановок потребителей».

Поскольку в помещении находится много одновременно работающей электроаппаратуры (компьютеры, принтеры и т.д.), то был установлен распределительный электрический щит, для распределения общей нагрузки электрической энергии.

5.3 Мероприятия по промышленной санитарии и гигиене труда

В результате работы за ПК, на физиологию человека негативно влияют электромагнитные излучения. Чтобы уменьшить последствия воздействия на человека и снизить негативные показатели в рабочей зоне до допустимых значений, согласно ГОСТ 12.2.007.0-75 «Изделия электротехнические. Общие требования

безопасности», изделия, создающие электромагнитные поля, оборудованы защитными элементами (экраны, поглотители и т.д.). Согласно НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охраны труда во время эксплуатации электронно-вычислительных машин» и ДСанПиН 3.3.2.007-98 «Государственные санитарные правила и нормы работы с визуальными дисплейными терминалами электронно-вычислительных машин», на рабочих местах, оборудованных ПК установлены ЖК мониторы, которые не являются источниками рентгеновского и электромагнитного излучений.

Метеорологические условия в офисном помещении - температура воздуха, относительная влажность воздуха и скорость его перемещения соответствуют требованиям ДСН 3.3.6.042-99 «Санитарные нормы микроклимата производственных помещений» и ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Работы в офисном помещении, относятся к категории Іб - легкая работа, поэтому предусмотрены следующие оптимальные значения параметров микроклимата:

а) в холодный период года: температура 21-23⁰ С. А относительная влажность: 40-60%, скорость перемещения воздуха: 0,1 м/с;

б) в теплый период года: температура 22-24⁰ С. А относительная влажность: 40-60%, скорость перемещения воздуха: 0,2 м/с.

В помещении, согласно ДБН В.2.5-28-2006 «Инженерное оборудование зданий и сооружений. Естественное и искусственное освещение» применяется естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через световые проемы, обеспечивающие коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,5%. Для защиты от прямых солнечных лучей, которые создают прямые и отраженные блики на поверхности экранов и клавиатуры, предусмотрено солнцезащитные устройства, на окнах установлены жалюзи и шторы. Искусственное освещение в помещении осуществляется системой общего равномерного освещения. Значение освещенности на поверхности рабочего стола в зоне размещения документов составляет 300-500 лк. В качестве источников искусственного освещения в помещении применены

люминесцентные лампы типа ЛБ. При их применении придерживаются следующие условия:

- температура окружающего воздуха не ниже, чем 5°C;
- напряжение на осветительных приборах не менее 90% номинальной.

Уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах помещения отвечают требованиям ДСанПиН 3.3.2.007-98 «Государственные санитарные правила и нормы работы с визуальными дисплейными терминалами электронно-вычислительных машин» и ДСН 3.3.6.037-99 «санитарные нормы производственного шума, ультразвука и инфразвука». Снижение уровня шума в помещении осуществлено с помощью:

а) использование более современного оборудования;

б) расположение принтеров и различного оборудования коллективного пользования на значительном расстоянии от большинства рабочих мест работников;

в) перевод жесткого диска в режим сна, если компьютер не работает в течение определенного времени;

При выполнении работ с ПК в помещении, значения характеристик вибрации на рабочих местах не превышают допустимого уровня и отвечают требованиям ДСН 3.3.6-039-99 «Государственные нормы производственной общей и локальной вибрации» и ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования». Персонал не нуждается в дополнительной защите от вибрации, производимой ПК. Поскольку ПК установлены на специальных компьютерных столах, которые поглощают остаточную вибрацию [12].

Рассчитаем необходимый воздухообмен для офисного помещения площадью 20 м², высотой 2,5 м, с количеством работников 2 человека.

Расчет воздухообмена по кратности:

$$L = n \cdot S \cdot H, \text{ м}^3/\text{час} \quad (4.1)$$

где L - воздухообмен в помещении, м³/час;

n - нормированная кратность воздухообмена (для офисного помещения $n = 2,5$);

S - площадь помещения, м^2 ;

H - высота помещения, м.

Следовательно, $L = 20 \cdot 2,5 \cdot 2,5 = 125 \text{ м}^3/\text{час}$.

Расчет воздухообмена по количеству людей:

$$L = N \cdot L_{\text{норм}}, \text{ м}^3/\text{час} \quad (4.2)$$

где L - воздухообмен в помещении, $\text{м}^3/\text{час}$;

N - количество работников, лиц;

$L_{\text{норм}}$ - норма расхода воздуха на одного человека (работа в офисе - 60 м^3).

Таким образом, $L = 2 \cdot 60 = 120 \text{ м}^3/\text{час}$.

Итак, для офисного помещения площадью 20 м^2 , высотой $2,5 \text{ м}$, в котором находятся 2 человека, необходимый воздухообмен составляет $125 \text{ м}^3/\text{час}$.

С целью предотвращения распространения инфекций в офисном помещении работникам рекомендуется чаще мыть руки и предметы личного пользования: клавиатуру, мышь, телефонную трубку. Нужно постоянно поддерживать порядок на рабочем месте. Также на предприятии предусмотрено проведение влажной уборки один раз в день и проведения генеральной уборки один раз в три месяца.

Для предотвращения костно-мышечных нарушений, которые возникают из-за длительного напряжения глаз, мышц шеи, спины, рук и ног, во время отдыха сотрудникам компании рекомендуют выполнять простые физические упражнения (разминку).

С целью снижения нервно-эмоционального напряжения, предотвращения чрезмерной усталости, предусмотрены перерывы в работе – обеденное время (1 час) и еще 2 раза в течение рабочего дня по 20 минут, на усмотрение самого работника

5.4 Мероприятия по пожарной безопасности

Мероприятия по противопожарной защите в офисном помещении включают:

- а) контроль материалов, продуктов и оборудования;
- б) активное ограничение распространения огня с использованием средств пожарной сигнализации и переносных огнетушителей;
- в) эвакуацию людей из горящего помещения в безопасное место.

В зависимости от агрегатного состояния и особенностей горения различных горючих веществ и материалов, пожары по ДБН В.1.1.7-2002 «Пожарная безопасность объектов строительства» делятся на соответствующие классы и подклассы. Пожары, которые могут возникнуть в офисном помещении, относятся к классу Е (пожары, связанные с горением электроустановок). Согласно НАПББ.03.002-2007 «Нормы определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» офисное помещение относится к категории В.

В обязательном порядке регулярно проводятся инструктажи по пожарной безопасности для персонала. Их проводит сам руководитель. Все работники организаций допускаются к работе только после прохождения противопожарного инструктажа, а при изменении специфики работы проходят дополнительное обучение по предупреждению и тушению возможных пожаров в порядке, установленном руководителем.

Для ликвидации пожара в начальной стадии его развития силами персонала объектов применяются первичные средства пожаротушения, - огнетушители.

Офисное помещение оснащено охранно-пожарной сигнализацией, есть схематически изображенный план эвакуации людей в случае возникновения пожара (при этом эвакуационные выходы четко обозначены и находятся в легкодоступных местах). Также применяется вывод информации с приемно-контрольных приборов охранно-пожарной сигнализации на диспетчерские пульта охранных организаций по GSM-каналу и сети Internet. Это позволило отказаться от

круглосуточных дежурств, оборудованных помещений для персонала, а также оперативно оповещать собственника и службу ведомственной охраны, снижая время реагирования подразделений пожарной охраны и время свободного развития пожара при его возникновении в ночное время [14].

Офисное помещение (площадью 20 м²) оснащено первичными средствами пожаротушения, а именно 1-м углекислотным огнетушителем ОУ-3, который предназначен для тушения возгораний электроустановок, находящихся под напряжением не более 1000 В. Особенностью углекислотных огнетушителей, является ослабленное воздействие на объекты пожаротушения, приводящее к снижению уровня порчи ЭВМ и документов.

5.5 Мероприятия по обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях

Основными средствами защиты населения при возникновении радиоактивного загрязнения являются:

- использование коллективных и индивидуальных средств защиты;
- применение средств медицинской профилактики;
- соблюдение необходимых режимов поведения, эвакуация;
- ограничение доступа на загрязненную территорию;
- запрет потребления загрязненных продуктов питания и воды;
- санитарная обработка людей, дезактивация одежды, техники, сооружений, территории, дорог и других объектов.

При угрозе возникновения аварии на радиационно-опасных объектах, директором или осуществляется оповещения начальника гражданской обороны города (области, страны), решением которого после предварительной оценки ситуации вводятся соответствующие планы по защите населения, а также оповещаются об опасности соседние регионы, области и республики без областного деления. На аварийном объекте вводится в действие план защиты персонала.

При предварительной оценке положения, с учетом характера аварии и метеорологических условий, прогнозируется возможное распространение радиоактивного загрязнения, и определяются зоны радиоактивного заражения. Согласно прогнозам, осуществляется оповещение населения об опасности, и даются указания об укрытии в защитных сооружениях, использовании средств медицинской профилактики и соблюдении режимов поведения. Население по сигналу оповещения скрывается в защитных сооружениях, а при их отсутствии - в жилых, производственных зданиях, и находится в них до получения дальнейших указаний.

При возникновении аварии, силами обслуживающего персонала и аварийных служб проводятся мероприятия по ее ликвидации и предотвращению выброса радиоактивных веществ в атмосферу. Силами пожарных подразделений осуществляется локализация и тушение пожаров. Одновременно на объекте проводятся спасательные работы, которые заключаются в спасении пострадавших из завалов, горящих зданий и загрязненных участков, оказании им медицинской помощи и перемещении в защитные сооружения или на незагрязненные территории.

Дальнейшие мероприятия осуществляются после выяснения ситуации. На загрязненной территории организуется радиационная разведка, наблюдение и лабораторный контроль. По данным наблюдения и разведки уточняются, определенные при прогнозировании, границы зон загрязнения, в каждой из них планируется и осуществляется комплекс мероприятий по защите населения и ликвидации последствий загрязнения.

В зоне экстренных мер основным способом защиты является укрытие населения в защитных сооружениях или домах, с последующей эвакуацией на незагрязненную территорию.

Эвакуация осуществляется в два этапа: на первом этапе население доставляется к границе зоны загрязнения, на втором - пересаживается на незагрязненный транспорт и доставляется в места расположения. При выезде на незагрязненную территорию осуществляется контроль зараженности людей,

вывозимых имущества и транспорта. При необходимости проводится их санитарная обработка и дезактивация. Загрязненные дома и оборудование консервируются.

Во всех зонах радиоактивного загрязнения проводятся мероприятия по наблюдению за обстановкой, обеспечения жизнедеятельности населения и ликвидации последствий загрязнения. Зоны загрязнения окружаются, входы и выходы из них контролируются. В зонах постоянно ведутся радиационная разведка и наблюдение, организуется дозиметрический контроль, облучение людей и контроль загрязнения пищевого сырья, продуктов питания, фуража и воды.

В случае аварии на радиоактивно опасном объекте подается сигнал «Радиационная опасность», затем передается информация о сложившейся обстановке и конкретные рекомендации, согласно которым и действует персонал предприятий, учреждений и неработающее население. Если в информации, которая поступила, отсутствуют рекомендации относительно действий, необходимо защитить органы дыхания от радиоактивной пыли (респираторами, ватно-марлевыми повязками или подручными средствами) и, по возможности, быстро укрыться в ближайшем доме. Войдя в помещение, снять и поместить верхнюю одежду и обувь в пластиковый пакет или пленку, закрыть окна и двери, отключить вентиляцию, включить телевизоры, радиоприемники и радиорепродукторы, находиться подальше от окон, быть готовым к приему информации и указаний. Провести герметизацию помещения и защиту продуктов питания.

Получив указания из средств массовой информации, провести профилактику препаратами йода. Подготовиться к возможной эвакуации. Приготовить средства индивидуальной защиты, одежду и обувь, запас продуктов и лекарств, документы и деньги. При эвакуации перед выходом из помещения необходимо очистить холодильники, отключить все электро- и газовые приборы. Подготовить транспарант «В помещении № __ никого нет».

По прибытии в район размещения эвакуированных, сдать средства индивидуальной защиты и одежду на дезактивацию или утилизацию. Промыть глаза 2-процентным раствором пищевой соды или чистой водой, прополоскать рот

и горло, дважды обмыть все тело с мылом. После прохождения дозиметрического контроля надеть чистую одежду и обувь.

Резэвакуация населения осуществляется после завершения работ по дезактивации населенных пунктов, или снижения загрязнения вследствие естественного распада радиоактивных веществ до допустимых уровней. Разрешение на резэвакуацию дается после ограничения населенных пунктов специально создаваемыми комиссиями [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Магистерская работа посвящена анализу принципов нелинейной локации с целью повышения скорости нахождения закладных устройств при повторных поисковых мероприятиях в помещении путем создания карты помещения.

Для этого были проанализированы основные методы и принципы нелинейной локации, виды закладных устройств и их особенности, а также принципы лазерной дальнометрии. Также были определены оптимальные требования к разрабатываемой системе.

Дальнейшее развитие и усовершенствование системы – автоматизация принятия решений об отклике (обнаружено ЗУ или ложный отклик), что позволит свести к минимуму зависимость результатов проведения поисковых мероприятий от человека.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Бацула А.П. Руководство к лабораторной работе по курсу «Инженерно-технические средства защиты информации» «Обнаружение полупроводниковых элементов с помощью нелинейного локатора», Томск, ТПУ 1998. – 72 с
2. Бабуров Э.Ф «Автоматизация выбора рабочей частоты в нелинейном локаторе»// . Э.Ф Бабуров, А.Г Каширин В.Б. Салицкий . — Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. — XLIII, 265 с
3. Разуваев А.Ю. Организационное и методологическое обеспечение поисковых работ с использованием нелинейного локатора / Разуваев А.Ю., Слепцов В.И.// Тиждень науки – 2011: тези доповідей наук.-техн. конф. (11-15 квітня 2011 р., ЗНТУ, Запоріжжя) / Відп. ред. Ю.М. Внуков. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. Т.1.- С.400-401.
4. Хорев А. А. Защита информации от утечки по техническим каналам. Часть 1. Технические каналы утечки информации. Учебное пособие. - М.: Гостехкомиссия России, 1998. – 72 с.
5. Павлов В.Н., Ногин В.Н. Схемотехника аналоговых устройств: Учебник для вузов – 2-е изд., исправ. – М.:Горячая линия-Телеком, 2001. – 320 с.
6. В.Ф. Голиков, Л.М. Лыньков, А.М. Прудник, Т.В. Борботько. Правовые и организационно-технические методы защиты информации: Учеб. пособие . — Мн.: БГУИР, 2004. — 81 с.
7. Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты.-Москва, печать Киев: ООО "ТИД "ДС", 2002.- 688 с.
8. Шаповалов П.П. Поиск и оперативное пресечение негласного съема информации. Москва, ЗАО "Щит", 2000. - 81 с.
9. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. / – К.: Основа, 2016.- 267 с.