

**Министерство образования и науки Самарской области**  
Государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение Самарской области  
**«Самарский техникум промышленных технологий»**

**АВТОР-СОСТАВИТЕЛЬ:**  
Е.А.Гапеевко, преподаватель  
ГБПОУ СПО СТПТ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**  
**ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**  
в рамках учебной дисциплины **«АППАРАТУРА СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ»**  
для профессии 08.01.26 Мастер по ремонту и обслуживанию инженерных  
систем жилищно- коммунального хозяйства  
студентов очной формы обучения

ОДОБРЕНО

ПЦК профессиональных дисциплин электротехнического профиля

Протокол заседания ПЦК от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г. №\_\_\_

Председатель ПЦК \_\_\_\_\_ / И.М. Пантелеев/

*подпись      расшифровка подписи*

АВТОР-СОСТАВИТЕЛЬ:

Е.А.Гапеев, преподаватель ГБПОУ СПО СТПТ

Методические указания для студентов по выполнению лабораторных работ в рамках учебной дисциплины Аппаратура систем безопасности являются частью учебно-методического обеспечения образовательной программы по профессии 08.01.26 Мастер по ремонту и обслуживанию инженерных систем жилищно-коммунального хозяйства.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>№ п.п.</b>	<b>Название лабораторных работ</b>	<b>стр.</b>
1	Исследование работы акустического датчика	7
2	Исследование работы ультразвукового датчика.	11
3	Исследование работы микроволнового датчика.	18
4	Исследование работы инфракрасного датчика.	20
5	Исследование работы емкостного датчика.	26
6	Исследование работы кабельного сигнализационного датчика.	29
7	Исследование работы радиолучевого датчика.	33
8	Исследование работы фотоэлектрического датчика	39
9	Исследование работы приёмно-контрольных приборов	42

## **УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!**

Методические указания по учебной дисциплине Аппаратура систем безопасности для выполнения лабораторных работ созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к лабораторным работам, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению лабораторной работы, Вы должны внимательно прочитать цели и задачи занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с ФГОС СПО или рабочей программой дисциплины Аппаратура систем безопасности.

Все задания Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

Отчет о лабораторной работе Вы должны выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец.

Наличие положительной оценки по лабораторным работам необходимо для получения зачета по дисциплине Аппаратура систем безопасности и допуска к экзамену, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за лабораторную работу Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

### **Критерии оценки выполнения лабораторных работ**

Лабораторные работы оцениваются преподавателем, исходя из следующих критериев успешности итоговых работ:

- 1) соответствие содержания работы заявленной теме и оформление в соответствии с существующими требованиями;
- 2) логика изложения, взаимосвязь структурных элементов работы;
- 3) объем, характер и качество использованных источников;
- 4) обоснованность выводов, их глубина, оригинальность;
- 5) теоретическая и методическая достаточность, стиль и качество оформления.

Оценивая итоговое задание, преподаватель ставит отметку:

«5» – работа соответствует всем критериям, студенты демонстрируют творческий подход, самостоятельно находят дополнительный материал;

«4» – работа не соответствует 1-2 критериям;

«3» – работа не соответствует более чем 2-м критериям;

«2» – работа не соответствует ни одному из критериев.

Критерии для оценки самостоятельной деятельности студента:

## **Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

### 1. Основные источники:

1. 1. А.В.Петраков, В.С.Лагутин **Телеохрана**. Учебное пособие. – М.: СОЛОН – Пресс, 2016.
2. В.Г. Синилов **Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации**: Учеб. для нач. проф. образования. – М.: ИРПО; ПрофОбрИздат, 2018.

### 2. Интернет – ресурсы.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АКУСТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА

### *Цель работы:*

- ознакомиться с принципами действия и измерения параметров акустического датчика

### *Краткие теоретические сведения.*

Звук – волновой колебательный процесс, происходящий в упругой среде (воздухе, воде и др.) и вызывающий слуховое ощущение. Звуковое поле – область пространства, в которой распространяются звуковые волны. Звуковое давление – разность между статическим (атмосферным) давлением и давлением в данной точке звукового поля. Различают максимальное (пиковое), минимальное, а также эффективное (среднеквадратическое) значения давления за полный период. Согласно Международной системе единиц физических величин СИ единицей звукового давления является Паскаль (Па). Интенсивность звука (прежнее название: сила звука) – количество энергии, проходящее в секунду через единицу площади, перпендикулярной к направлению распространения волны. Единица интенсивности – ватт на квадратный метр (Вт/м<sup>2</sup>). Звуковая мощность – поток звуковой энергии, проходящий за 1с данную поверхность, перпендикулярно к ней. Единица измерения – ватт (Вт).

Микрофон представляет собой датчик, преобразующий акустический сигнал в электрический. В основу микрофона могут быть положены различные принципы, в большинстве случаев используется комбинация механоакустического и электромеханического преобразования: движение молекул воздуха приводит в движение упругий элемент (мембрану), что в свою очередь вызывает электрический сигнал. Широко распространенный микрофон, применяемый в телефонных трубках, основан на необратимом явлении: под действием давления происходит изменение сопротивления контакта частиц угля, заполняющих объем, закрытый мембраной. Микрофон этого типа, хотя и достаточно чувствителен, но не приспособлен для физических измерений, поскольку имеет гистерезис и ограниченную полосу пропускания. Для создания измерительных микрофонов (акустических датчиков) предпочтительнее методы преобразования, основанные на явлениях электромагнитного, электростатического, пьезоэлектрического или магнитострикционного типов. Согласно классификации акустических датчиков (АкД) в настоящее время можно выделить две основные группы АкД. Первые из них позволяют измерять акустическое давление, вторые используются для определения градиента давления. Важным преимуществом АкД, предназначенных для измерения градиента давления, является их чувствительность к направлению распространения волны. Если требуется минимальная чувствительность к паразитным звукам и к эффектам отражения, то выделяют еще промежуточную категорию АкД.

Среди всех типов АкД, используемых в настоящее время, датчики на основе конденсаторов считаются наиболее перспективными. Измеряемое давление воздействует на гибкую и тонкую (толщиной 10-20 мкм) диафрагму, играющую роль подвижной обкладки в датчике смещения емкостного типа. Другая обкладка зафиксирована и имеет отверстие для демпфирования: при движении диафрагмы воздух протекает через эти отверстия, происходит вязкостная диссипация энергии. Это демпфирование используется для контроля резонансной амплитуды диафрагмы и позволяет скорректировать высокочастотную часть характеристики преобразования в соответствии с объектом измерения.

АкД, чувствительные к давлению. Капиллярный канал позволяет уравнивать среднее давление по обе стороны мембраны. Он определяет низкочастотный отклик и обеспечивает защиту по отношению к колебаниям атмосферного давления. В зависимости от типа мембраны различают три типа емкостных АкД: измерительные АкД с использованием внешнего напряжения питания, измерительные электретные датчики и бытовые электретные микрофоны. В первых двух типах используются предварительно напряженные металлические пластины, а в третьем – мембраны из предварительно поляризованного фторопласта. В АкД второго типа электретная мембрана плотно прилегает к фиксированной обкладке и не играет никакой механической роли. Значительное различие между измерительными и бытовыми микрофонами, следовательно, в природе силы, действующей на мембрану: акустическое усиление в случае металлических мембран и изменения объема воздуха за фторопластовой мембраной. Если исключить из рассмотрения очень низкие частоты, то поведение конденсаторного датчика характеризуется прежде всего резонансом системы напряженная мембрана – задняя полость (объем воздуха позади мембраны мал). В зависимости от величины  $\omega$  на частотной характеристике можно выделить следующие области (рис.3.3). При более высоких частотах теоретически должен существовать антирезонанс параллельного контура, и, кроме того, резонанс последовательного контура, образуемого внешней стороной мембраны и полостью, расположенной позади диафрагмы. При очень низких частотах к влиянию капиллярного канала (ослабление 6 дБ/октава, зона 1) может добавляться электронный эффект, вызванный непостоянством заряда. Частотная характеристика АкД рис. 3.3 Электретные микрофоны (акустические датчики) Способность диэлектриков сохранять наэлектризованное состояние широко используется в целом ряде приложений. Электретные микрофоны являются электростатическими преобразователями, использующими в качестве чувствительного элемента заряженный твердый диэлектрик. На рис.3.4 схематично показан поперечный разрез такого АкД, состоящего из металлизированной электретной диафрагмы, положенной на металлическую плату-основание так, что между ними оставлен воздушный зазор. В реальной ситуации указанные на рисунке размеры настолько малы, что всеми эффектами, связанными с конечностью поперечного размера можно пренебречь. Металлизированный слой соединен с основанием через нагрузочное сопротивление  $R$ . Заряд электрета, плотность которого обозначена  $\delta_1$ , считается неизменным. Поле этого заряда имеет напряженность  $E_1$ . При падении на диафрагму звуковой волны последняя начинает



колебаться с амплитудой  $s$ , меняя толщину воздушного зазора  $s_1$ . В разомкнутом режиме поле и индуцированные заряды остаются неизменными, при этом можно найти амплитуду выходного напряжения. В качестве диафрагмы используется тефлоновая пленка толщиной от 10 до 25 мкм, одна из поверхностей которой покрыта слоем металла толщиной 500 -1000 Å. Не металлизированная поверхность электретной фольги обращена к металлической пластине, служащей основанием, причем толщина указанного воздушного зазора (10-30 мкм) контролируется выступами или бугорками на поверхности основания. В качестве заднего электрода используется или металлический диск, или покрытый металлом диэлектрик; при этом коэффициент теплового расширения этого материала подбирают по возможности близким по значению к коэффициенту материала пленки. Для уменьшения упругости воздушного слоя и увеличения чувствительности микрофона путем понижения резонансной частоты в пластине, служащей основанием, делают маленькие отверстия, а за ней устраивают большую полость, с которой оказывается связанным воздух в зазоре. Электретные микрофоны обладают рядом достоинств. Они имеют широкий частотный диапазон, который распространяется на интервал от 0,001 Гц до сотен МГц. Кроме того, они обладают равномерной частотной характеристикой (рис.3.5), низким уровнем нелинейных искажений, низкой вибрационной чувствительностью, не подвержены действию электрического поля.

Конструкция электретного микрофона Рис. 3.4 1 – диэлектрик, 2 – слой металла, 3 – корпус, 4 – воздушный зазор, 5 – металлический электрод

Частотная характеристика электретного АЧД рис. 3.5

Электродинамические АЧД В электродинамических АЧД движение диафрагмы преобразуется в электрический сигнал в результате перемещения в магнитном поле проводника, скрепленного с этой диафрагмой. В зависимости от формы используемого проводника электродинамические микрофоны подразделяются на два основных вида: АЧД с подвижной катушкой, которые можно отнести скорее к классу микрофонов, чувствительных к давлению, и ленточные АЧД, которые близки к микрофонам, чувствительным к градиенту давления. Для ленточного АЧД характерна лучшая характеристика преобразования в области низких частот с потерей чувствительности. Обычно чувствительными к давлению являются АЧД с подвижной катушкой (рис.3.6). Конструкция АЧД с подвижной катушкой Рис. 3.6 1 – сетка, 2 – диафрагма, 3 – катушка, 4 – магнит, 5 - трубка

На частотной характеристике такого датчика (рис.3.7) можно выделить четыре основные области: область 1 соответствует резонансу задней полости; область 2 отвечает резонансу диафрагмы, который должен в значительной мере ослабляться сопротивлениями  $R_s$  и  $R_g$ ; емкость  $C_3$  соответствует практически закорачиванию цепи; области 3 и 4 отвечают соответственно резонансу воздуха позади диафрагмы и между диафрагмой и сеткой. Частотная характеристика АЧД с подвижной катушкой Рис. 3.7

Схема измерительной ячейки Рис. 3.8 1 – корпус, 2 – динамик, 3 – микрофон, 4 – генератор звуковой частоты, 5 – осциллограф, 6 – линейка

### **Описание лабораторной установки**

Измерительная ячейка приведена на рис. Она состоит из динамика 2, на который от генератора подается низкочастотный сигнал; от динамика звуковые колебания попадают на микрофон 3, который прикреплён к подвижной стойке.

Изменяя расстояние между микрофоном и динамиком, можно наблюдать различные амплитуды выходного сигнала с помощью осциллографа (или милливольтметра), при этом не меняя частоту и напряжение на генераторе. Чтобы избежать побочных эффектов, измерительная ячейка экранирована в корпусе 1.

**Порядок выполнения работы** Включить тумблеры “ Сеть ” на генераторе, осциллографе (или милливольтметре) и на блоке питания. На выходе блока питания установить 4,5 В. Установить на генераторе выходное напряжение  $U_{ген1} = 1,5 В$ . На измерительной ячейке вращением ручки установить соответствие между риской 10 подвижной части и 92 шкалы линейки. Данное положение будет соответствовать расстоянию  $l_1 = 25$  мм между микрофоном и динамиком. Произвести измерения напряжения на выходе микрофона в диапазоне частот генератора от 50 Гц до 3000 кГц. Изменить напряжение на генераторе, установив его равным  $U_{ген2} = 1 В$ , и произвести измерения по пункту 5. Повторить измерения по пунктам 4-6, совместив риску 10 подвижной части с риской 82 на шкале линейки, при этом  $l_2 = 35$  мм. Установив на генераторе  $f = 400$  Гц и  $U_{ген} = 1 В$ , произвести измерения напряжения с выхода датчика в интервале расстояний от 25 до 65 мм. Установив на генераторе  $U_{ген} = 1,5 В$ , повторить п. 8. Повторить пп. 8-9, установив  $f = 600$  Гц.

### ***Содержание отчета***

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Схема экспериментальной установки.
4. Экспериментальные результаты.
5. Выводы по работе.

### ***Контрольные вопросы***

1. Акустические термины и единицы.
2. Виды акустических датчиков.
3. Микрофоны. Конденсаторные микрофоны. Электретные микрофоны. Электродинамические микрофоны.
4. Определить по осциллограмме параметры диода: напряжение между анодом и катодом в открытом состоянии  $U_{ам}$  при максимальном анодном токе  $I_{а max}$ , пороговое напряжение  $U_0$  и дифференциальное сопротивление  $r_d$ .

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА

#### Цель работы:

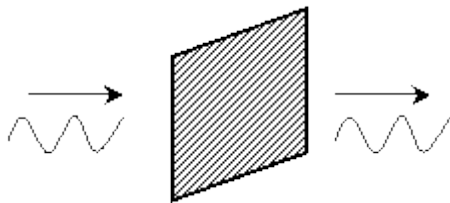
- изучение законов распространения, отражения и поглощения ультразвуковых волн.
- ознакомление с методом ультразвуковой локации

#### Краткие теоретические сведения.

Ультразвуковые волны (УЗ-волны) широко используются в технике и медицине (наряду с рентгеновским, тепловым излучением и др.) для получения информации о внутреннем строении объекта, непрозрачных для видимого света.

УЗ-волны - это упругие колебания частиц среды, распространяющиеся в твердых, жидких и газообразных веществах и имеющие частоту свыше 20 кГц. Колебания такой большой частоты уже не воспринимаются слуховым аппаратом человека (в отличие от слышимых звуков, частота которых меньше 20 кГц, но больше 16 Гц).

Скорость распространения УЗ-волн зависит в основном лишь от упругости и плотности среды. Так, в воздухе скорость УЗ-волны, так же как и слышимого звука, равна  $\approx 330$  м/с, в воде и в мягких тканях человека значительно больше ( $\approx 1500$  м/с) и еще больше в твердых телах (в костной ткани примерно 3400 м/с).



Основной энергетической характеристикой УЗ-волны является **интенсивность волны  $J$** , обычно измеряемая в ваттах на квадратный сантиметр ( $\text{Вт/см}^2$ ), и численно равная энергии, переносимой волной за 1 с через площадку в  $1 \text{ см}^2$ , перпендикулярную направлению распространения волны (рис. 1).

Рис. 1

В терапии, как правило, разрешено использовать только УЗ-волны малой интенсивности ( $J \leq 2 \text{ Вт/см}^2$ ); в диагностике используется еще более слабый ультразвук ( $J < 0,05 \text{ Вт/см}^2$ ).

В однородной среде УЗ-волны распространяются прямолинейно. Амплитуда и энергия волны уменьшаются при удалении от источника в основном за счет поглощения волны средой, которая при этом нагревается. Степень поглощения может быть охарактеризована *коэффициентом поглощения  $k$*  (измеряется в дБ/см), равным

$$k = \frac{\Delta J}{\Delta x}, \quad (1)$$

где  $\Delta J$  - разница интенсивностей волны (в децибелах) в точках волны, удаленных на расстояние  $\Delta x$  друг от друга.

Коэффициент поглощения  $k$  определяется свойствами среды, но, как правило, возрастает с увеличением частоты УЗ-волны. Так, например, сверхнизкий звук ("инфразвук"), частота которого меньше 16 Гц, может распространяться на огромные расстояния в атмосфере, тогда как УЗ-волна практически полностью затухает уже на расстоянии в несколько сантиметров. Поэтому использование в диагностике УЗ-волн с очень большими частотами ( $> 10 - 18$  МГц) нецелесообразно.

Часть энергии волны, падающей на границу раздела двух сред (1 и 2), различных по физическим свойствам, отражается обратно в первую среду под углом  $\beta$ , равным углу падения  $\alpha$  (рис. 2).

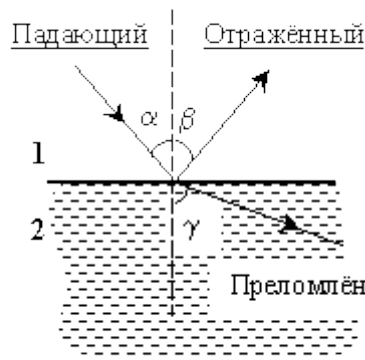
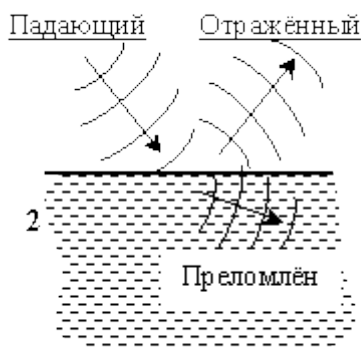


Рис. 2

Отношение

$$R = \frac{J_{отр}}{J_{пад}} < 1 \quad (2)$$

интенсивности отраженной волны ( $J_{отр}$ ) к интенсивности падающей волны ( $J_{пад}$ ) носит название *коэффициента отражения*  $R$ . Величина

коэффициента отражения зависит от различия плотностей и упругих свойств сред 1 и 2 и равна (при нормальном падении)

$$R = \left( \frac{z_1 - z_2}{z_1 + z_2} \right)^2, \quad \begin{matrix} z_1 = \rho_1 v_1 \\ z_2 = \rho_2 v_2 \end{matrix}, \quad (3)$$

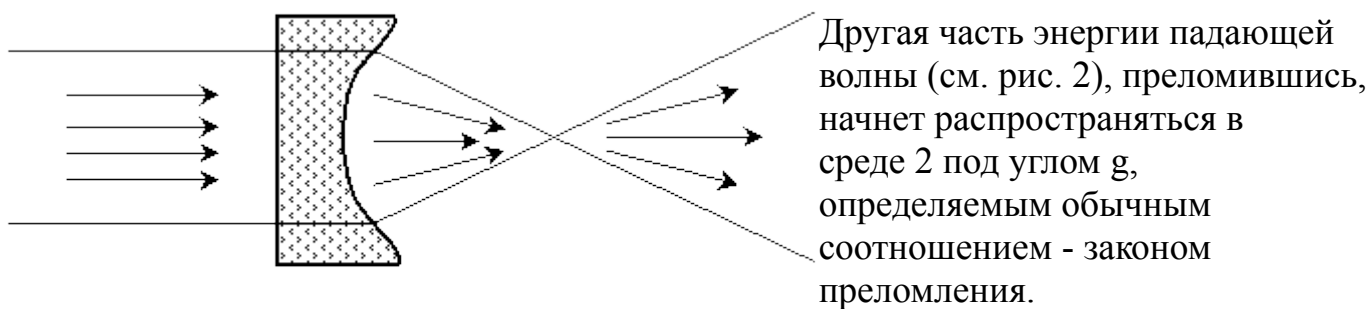
где  $\rho_1$  и  $\rho_2$  - плотности сред 1 и 2;  $v_1$  и  $v_2$  - скорости распространения волны в 1-ой и 2-ой средах соответственно. При этом величина

$$z = \rho \cdot v \quad (4)$$

носит название *акустического сопротивления*. Если сопротивления

сред 1 и 2 сильно отличаются друг от друга ( $z_1 \gg z_2$  или  $z_2 \gg z_1$ ), то  $R \gg 1$ , то есть практически вся энергия падающей волны отражается обратно в первую среду. Так, например, обстоит дело на границе воздуха ( $z \approx 0,0043$  кг/м<sup>2</sup>·сек) с водой ( $z \approx 1,5$  кг/м<sup>2</sup>·сек) или с большинством твердых и жидких сред. Явление отражения УЗ-волны от границы различных гистологических структур (жир- мышца,

мышца - кость и т.п.) и патологических неоднородностей (опухолей, камней в печени и др.) используется в основном методе УЗ-диагностики - методе эхолокации.



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \text{const} = \frac{v_1}{v_2} . \quad (5)$$

Изменение направления УЗ-волны при переходе в другую среду используется, например, в "акустических линзах" (рис. 3), применяемых в технике и медицине для "фокусировки" УЗ-энергии на малой площади.

Источниками ультразвука в технике и медицине чаще всего служат **пьезоэлектрики** (кварц, титанат бария и др.),

Так, например, в УЗ-зондах (рис. 4, а), применяемых в медицинских эхоскопах, пластинка из пьезоэлектрика (1) совершает упругие колебания под действием переменного электрического напряжения (обратный пьезоэффект), проводимого через разъем (2) от генератора. Частота напряжения обычно соответствует частоте собственных упругих колебаний пластинки (1) и лежит в УЗ-диапазоне. При этом энергия электрических колебаний частично переходит в энергию УЗ-волн, излучаемых зондом (в основном в направлении, перпендикулярном плоскости пластинки, см. рис. 4, зонд "а").

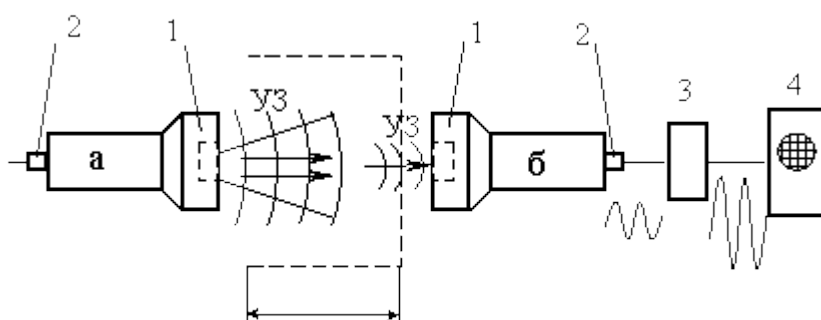


Рис. 4

Аналогичные зонды используются в эхоскопах и для приема УЗ-волн (рис. 4, б). Приходящая УЗ-волна возбуждает упругие колебания пьезоэлектрической пластинки (1), которые вызывают слабые электрические колебания напряжения на концах пластинки (прямой

пьезоэффект) и в разъеме (2). Эти колебания усиливаются в усилителе (3) и могут наблюдаться, например, на экране осциллографа (4).

Режим работы УЗ-приборов, при котором УЗ-волны, излученные одним зондом ("а"), принимаются другим ("б") после прохождения через исследуемый объект,

называется

режимом *трансмиссии* (Т-режим).

Однако большее значение в технике и медицинской практике имеет режим *эхолокации* (Э-режим). В этом режиме волны, излученные УЗ-зондом (1) и отраженные от какой-либо границы сред (2) или включения (3), регистрируются другим (4) (рис. 5) или тем

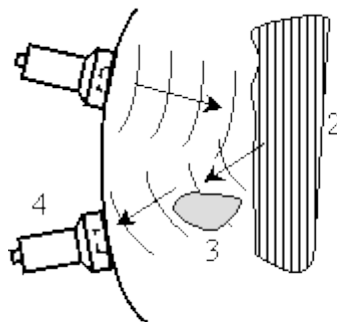


Рис. 5

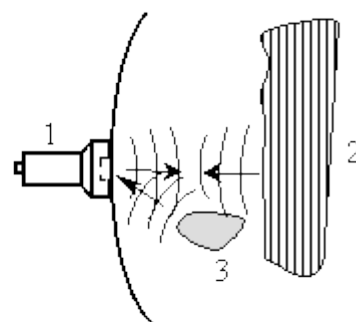


Рис. 6

же (1) (рис. 6) УЗ-зондом, который

при этом является сразу и источником, и приемником ультразвука. Для того чтобы разделить в последнем случае во времени прием и передачу УЗ-сигнала и избежать их наложения, а также для измерения времени распространения сигнала в объекте, эхоскопы работают в *импульсном режиме* (рис. 6). При этом в промежутках времени между импульсами излучения УЗ-зонд работает на прием.

Э-режим используется для определения внутренней структуры непрозрачных для видимого света сред, местонахождения неоднородностей и включений среды, а также для оценки их формы и размеров. Для этого, измеряя время  $t$  между излучением и приемом отраженного сигнала и зная среднюю скорость распространения УЗ-волны в изучаемой среде  $v$ , находят расстояние  $S$  до отразившего сигнал объекта по формуле

$$S = v \cdot \frac{\tau}{2} . \quad (6)$$

Величину и форму объекта при этом оценивают по ширине и амплитуде отраженного сигнала, а также по их изменению при смещениях и поворотах УЗ-зонда.

## Порядок выполнения работы

### 1. Ознакомление с устройством и методами регулировки эхоскопа.

- Задание выполняется с помощью преподавателя или лаборанта на тест-объекте из оргстекла (рис. 9). В режиме эхолокации "Э" с УЗ-зондом на частоту  $n = 0,88$  МГц, наложенным на поверхность тест-объекта (предварительно смазанную вазелиновым маслом), наблюдают на экране эхограмму тест-объекта, зарисовывают в тетрадь и объясняют ее вид.

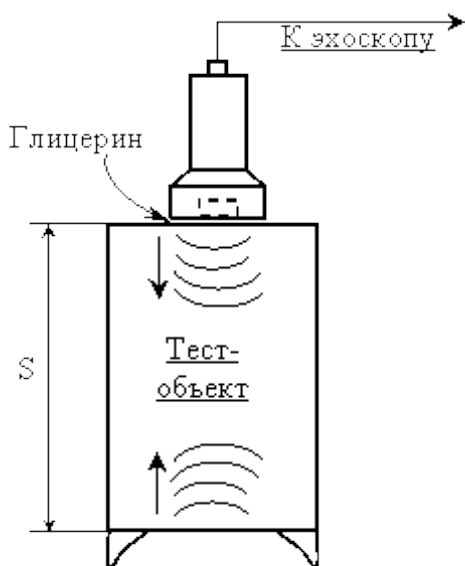


Рис. 12

- Студентам необходимо понять назначение регулировок "ЯРКОСТЬ", "ФОКУС", " " , " " (на задней панели прибора ли прибора), "Э- Т", "МОЩНОСТЬ", "УСИЛЕНИЕ", "ОСЛАБЛЕНИЕ", "МАСШТАБ" (на передней панели) и освоить управление этими регулировками.
- Следует также освоить методику измерения расстояний по эхограмме с помощью регулировок "НАЧАЛО ОТСЧЕТА", "КОРЕКЦИЯ", "ИЗМЕРЕНИЕ" и измерительной шкалы прибора.

## 2. Определение скорости распространения УЗ-волны в оргстекле.

Выполняется на тест-объекте в режиме "Э" с УЗ-зондом на частоту  $\nu = 0,88$  МГц.

- Получают эхограмму тест-объекта
- Измеряют три раза по эхограмме (с помощью меток и шкалы) "расстояние" до задней поверхности тест-объекта, отражающей УЗ-волну, и находят среднее этого расстояния  $S_0$ .
- Линейкой определяют действительное значение этого расстояния  $S$  (длины тест-объекта), не равное  $S_0$  (см. рис. 9).
- По формуле (10) с учетом (7) рассчитывают скорость распространения УЗ-волны в оргстекле  $v$ .
- Определить значение скорости ультразвука в оргстекле с указанием единиц и погрешности измерения.

## 3. Измерение коэффициента поглощения УЗ-волны в оргстекле.

Внимание! Начальное положение регулировок "ОСЛАБЛЕНИЕ" и "ВАРУ" в этом упражнении -0.

- Получают эхограмму тест-объекта (так же, как в п. 1, 2).
- Регулировками "МОЩНОСТЬ" и "УСИЛЕНИЕ" добиваются появления на эхограмме второго отраженного импульса 2 (рис. 10, а), соответствующего УЗ-

волне, дважды прошедшей тест-объект в прямом и обратном направлениях; при этом первый отраженный импульс 1 на эхограмме может находиться "в насыщении", выходя за пределы шкалы экрана (см. рис. 10, а).

- По клеточкам шкалы экрана замечают высоту второго отраженного сигнала  $h_2$

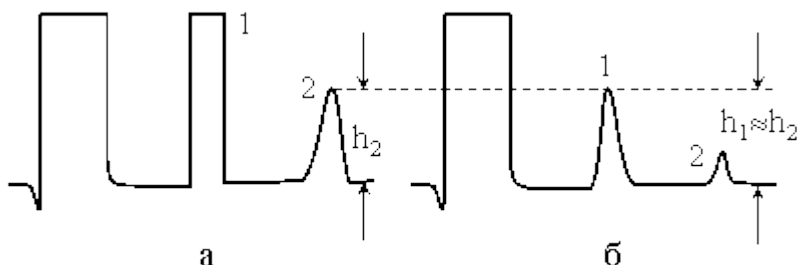


Рис. 10

- Не изменяя положения регулировок "МОЩНОСТЬ" и "УСИЛЕНИЕ", ручкой "ОСЛАБЛЕНИЕ" добиваются выхода импульса 1 из насыщения и устанавливают его "высоту"  $h_1 \approx h_2$  (рис.

10, б). Отметим, что при этом импульс 2 может стать исчезающе мал.

Положение ручки "ОСЛАБЛЕНИЕ" покажет разницу интенсивностей  $\Delta J$  первого и второго отраженных импульсов в децибелах (дБ).

- По формуле (1), полагая  $\Delta x = 2S$  ( $S$  - длина тест-объекта), рассчитывают коэффициент поглощения УЗ-волны в оргстекле  $k$  (дБ/см).
- Действительно, разница в интенсивностях импульсов 1 и 2 в основном определяется лишь различием путей  $\Delta x = 4S - 2S = 2S$ , проходимых соответствующими волнами в оргстекле (так как на границе "оргстекло - воздух" отражается приблизительно 99% энергии падающей УЗ-волны).
- Не менее 5 раз повторяют упражнение и находят среднее значение коэффициента поглощения в оргстекле  $k_1$  на частоте УЗ-волны  $\nu_1 = 0,88$  МГц.
- Заменяют УЗ-зонд на другой с удвоенной частотой  $\nu_2 = 1,76$  МГц. По вышеописанной методике находят среднее значение коэффициента поглощения  $k_2$  на частоте УЗ-волны  $\nu_2 = 1,76$  МГц.
- Определить значение коэффициента поглощения  $k$  ультразвука в оргстекле (на частотах  $\nu_1 = 0,88$  МГц и  $\nu_2 = 1,76$  МГц) с указанием единиц и погрешности измерения.

### Содержание отчета

1. Название работы.



2. Цель работы.
3. Схема экспериментальной установки.
4. Экспериментальные результаты.
5. Выводы по работе.

***Контрольные вопросы***

1. Опишите основные особенности ультразвука.
2. Опишите принцип генерации ультразвука.
3. В чём состоит *прямой пьезоэффект*?
4. В чём состоит *обратный пьезоэффект*?
5. Опишите принцип *эхолокации*.
6. Как в эхолокации идентифицируют объекты?
7. Почему ультразвуковая локация применяется, в основном, в морском деле и в медицине, а не для локации предметов в воздухе?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ МИКРОВОЛНОВОГО ДАТЧИКА

#### *Цель работы:*

- изучение конструкции СВЧ датчика,
- изучение принципа действия СВЧ датчика,
- измерение характеристик и параметров СВЧ датчика.

#### *Краткие теоретические сведения.*

Достойным решением является приобретение СВЧ-датчика движения охранной сигнализации. Радарные, по схеме работы, микроволновые (МКВ) датчики используют для обнаружения эффект Доплера. Т.е. при проникновении нежелательного мобильного объекта в зону детекции, меняется частота электромагнитных волн посылаемых и принимаемых доплеровским детектором движения. Наложение высокочастотных волн в МКВ сенсорах датчиков движения друг на друга приводит в действие системы освещения и охраны в домах, автомобилях.

Известатели микроволнового (радарного) типа обладают рядом серьёзных преимуществ перед своими инфракрасными, магнитоконтактными и звуковыми собратьями. Работа радарных детекторов не подвержена внешним погодным воздействиям – сильный ветер, перепады температуры, осадки, прямой солнечный свет. СВЧ детекторы не воспринимают помехи от электромагнитных полей, штор, зеркал, окон, стен, дверей, источников света, бытовой техники.

Установленные внутри помещений высокочастотные охранные известатели «видят» сквозь внутренние и наружные стены, что расширяет возможности частных и корпоративных систем защиты. Один СВЧ датчик движения может «обслуживать» до 4-х, связанных стенами, комнат и 3 этажа многоэтажного дома. МКВ детектор

способен работать и в режиме уличного датчика охраны внешнего периметра. Это существенно экономит расходы на обустройство комплексных систем ОПС, сокращая количество устанавливаемых в шлейф охранной сигнализации датчиков и объём монтажных работ.

К сожалению, принцип работы микроволновых датчиков не позволяет им функционировать в режиме пассивной детекции. Как и ультразвуковые (многолучевые, лазерные и др.). СВЧ извещатели являются активными, что не позволяет их эксплуатацию в автономном режиме на период длительного времени. Возможны проводные и беспроводные варианты подключения. В беспроводных (радиоканальных, радиоволновых) схемах датчик синхронизируется с РПУ, реле которого выводит информацию на приёмник радиосигнализации или на контроллер GSM сигнализации, марки Кситал, Страж, Falcon Eye, Visonic или других популярных, среди дачников, моделей. Проводное подключение производится напрямую к модулю GSM, без промежуточных реле. Производители беспроводных датчиков движения существенно расширяют их функционал, с помощью современных цифровых микропроцессоров.

Высокие технологии расширяют варианты настройки (защита от животных, тепломаскировки, аэрозольной маскировки), обеспечивают многоканальный контроль оповещения и регулировку зоны детекции от 1.5 до 20 м (для бытовых детекторов) и т.п. Эффект эхолокации (волнового отражения) повышает уровень надёжности радиоволновых охранных извещателей, СВЧ типа, и не позволяет злоумышленнику беспрепятственно преодолеть комбинированную систему защиты, установленную на Вашем объекте.

### ***Порядок выполнения работы.***

1. Ознакомиться с мерами безопасности при проведении лабораторной работы и строго выполнять их.
2. Изучить назначение и технические характеристики датчиков.
3. Изучить методику работы с приборами, используемыми в лабораторной работе.
4. Описать принцип действия микроволнового извещателя.
5. Начертить план помещения и указать места установки СВЧ датчиков.
6. Отчёт оформить в специальной тетради.

### ***Содержание отчета***

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Схема экспериментальной установки.
4. План помещения с указанием места установки СВЧ датчика.
5. Выводы по работе.

### ***Контрольные вопросы***

1. 1. Каков принцип действия микроволнового датчика?
2. Каков принцип действия емкостного выключателя?
3. Как обеспечивается питание исследуемого датчиков, и как подключается нагрузка к их выходам?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ИНФРАКРАСНОГО ДАТЧИКА

#### ***Цель работы:***

- изучить назначение и технические характеристики датчиков технологической информации, схемы их подключения;
- выполнить сопоставление отражающих свойств использованных в эксперименте материалов.

#### ***Краткие теоретические сведения***

В классе датчиков для охраны помещений наиболее популярными являются инфракрасные (ИК) пассивные, комбинированные (в основном ИК + микроволновые). Реже применяются микроволновые, ультразвуковые датчики.

ИК-барьеры широко используются для охраны периметра. Другие названия приборов: активный ИК-барьер, охранный линейный извещатель, барьер инфракрасный, ИК-активный лучевой датчик. Принцип действия этой группы датчиков следующий: Передатчик излучает ИК импульсы определенной частоты, приемник же в свою очередь принимает эти импульсы, усиливает их и подает на считыватель, который отслеживает их количество. Если в зоне действия датчика появляется препятствие, и часть импульсов не доходит до приемника, то выдается сигнал тревоги. Многим из нас еще со школьных уроков физики знакомы приборы, реагирующие на пересечение непрозрачным предметом светового луча. Такие приборы обычно состоят из источника света, часто простой лампочки и фотоприемника с усилителем, нагруженным на исполнительное устройство. Такие приборы широко используются для счета продукции на конвейерах заводов, в

системах охранной сигнализации в турникетах метро, в приборах защитного отключения и во многих других местах.

При своей относительной простоте, приборам, построенным на базе лампочки накаливания и фотоприемника с усилителем, свойственен ряд недостатков – они отличаются низкой экономичностью, имеют значительные габариты, требуют дополнительную оптическую систему, плохо работают при наличии внешней засветки, имеют невысокую надежность и высокую вероятность ложных срабатываний. Кроме того, из-за использования диапазона видимого света такие устройства демаскируют себя, что затрудняет их использование в системах охраны.

Для устранения указанных недостатков разработчики профессиональных приборов такого класса в качестве источников используют излучатели, работающие в невидимом инфракрасном диапазоне которые излучают не непрерывный сигнал, а сигнал сложной формы. В приемниках используются специальные оптические фильтры, отсекающие мешающий сигнал видимого излучения, высокочувствительные PIN фотоприемники, усилители с АРУ и сложными системами фильтрации. Все эти меры позволяют создавать весьма надежные и эффективные системы контроля, называемые инфракрасными барьерами. Но из-за сложности и высокой цены они до недавнего времени были доступны только для профессионалов. Обычно барьеры бывают спаренные, то есть в одном корпусе два передатчика, в другом два приемника, расположенных вертикально друг над другом на не большом расстоянии. Это сделано для уменьшения вероятности ложного срабатывания, датчик сработает только тогда, когда по обоим каналам получен тревожный сигнал. Приемник и передатчик монтируют, так что бы они располагались на одной оси, а при юстировке датчика, нужно стараться получить как можно больший сигнал на приемнике, и зафиксировать блоки в этом положении.

Система незаменима для построения периметральной охраны на коттеджных участках, в ландшафтных парках и других зонах, где важное значение придается эстетичному внешнему виду.

Данный тип датчиков не редко используют в роли пожарных извещателей, устанавливая ИК барьеры под потолком. Обычно это большие по площади и высоте помещения, там где не возможно или не целесообразно применение дымовых датчиков. При возгорании в помещении, дым блокирует ИК импульсы, посланные передатчиком, приемник их не получает, в связи, с чем и выдает сигнал тревоги.

В проекте охранной сигнализации используем пассивные ИК-датчики

Основу охранных сигнализаций составляют объемные извещатели. Далее рассматриваются принципы действия и особенности применения таких датчиков. Эти датчики предназначены в первую очередь для защиты объема охраняемого помещения.

ИК-пассивные датчики, называемые также оптико-электронными, относятся к классу детекторов движения и реагируют на тепловое излучение движущегося человека. Принцип действия этих датчиков основан на регистрации изменения во времени разницы между интенсивностью ИК излучения от человека и фонового теплового излучения. В настоящее время ИК-пассивные датчики являются самыми популярными, они составляют неотъемлемый элемент охранной системы практически каждого объекта.

Для того чтобы нарушитель был обнаружен ИК-пассивным датчиком, необходимо выполнение следующих условий:

- 1) нарушитель должен пересечь в поперечном направлении луч зоны чувствительности датчика;
- 2) движение нарушителя должно происходить в определенном интервале скоростей;
- 3) чувствительность датчика должна быть достаточной для регистрации разницы температур поверхности тела нарушителя (с учетом влияния его одежды) и фона (стены, пол).

ИК-пассивные датчики состоят из трех основных элементов:

- 1) оптической системы, формирующей диаграмму направленности датчика и определяющей форму и вид пространственной зоны чувствительности;
- 2) пироприемника, регистрирующего тепловое излучение человека;
- 3) блока обработки сигналов пироприемника, выделяющего сигналы, обусловленные движущимся человеком, на фоне помех естественного и искусственного происхождения.

Современные ИК-датчики характеризуются большим разнообразием возможных форм диаграмм направленности. Зона чувствительности ИК-датчиков представляет собой набор лучей различной конфигурации, расходящихся от датчика по радиальным направлениям в одной или нескольких плоскостях. В связи с тем, что в ИК-детекторах используются сдвоенные пироприемники, каждый луч в горизонтальной плоскости расщепляется на два.

Зона чувствительности детектора может иметь вид:

- 1) одного или нескольких, сосредоточенных в малом угле, узких лучей;
- 2) нескольких узких лучей в вертикальной плоскости (лучевой барьер);

- 3) одного широкого в вертикальной плоскости луча (сплошной занавес) или в виде многовеерного занавеса;
- 4) нескольких узких лучей в горизонтальной или наклонной плоскости (поверхностная одноярусная зона);
- 5) нескольких узких лучей в нескольких наклонных плоскостях (объемная многоярусная зона).

При построении оптических систем ИК-датчиков могут использоваться:

- 1) линзы Френеля — фасеточные (сегментированные) линзы, представляющие собой пластиковую пластину с отштампованными на ней несколькими призматическими линзами-сегментами;
- 2) зеркальная оптика — в датчике устанавливается несколько зеркал специальной формы, фокусирующих тепловое излучение на пироприемник;
- 3) комбинированная оптика, использующая и зеркала, и линзы Френеля.

В большинстве ИК-пассивных датчиков используются линзы Френеля.

Обычно каждый сегмент линзы Френеля формирует свой луч диаграммы направленности. Использование современных технологий изготовления линз позволяет обеспечить практически постоянную чувствительность детектора по всем лучам за счет подбора и оптимизации параметров каждой линзы-сегмента: площади сегмента, угла наклона и расстояния до пироприемника, прозрачности, отражающей способности, степени дефокусировки. В последнее время освоена технология изготовления линз Френеля со сложной точной геометрией, что дает 30% увеличение собираемой энергии по сравнению со стандартными линзами и соответственно увеличение уровня полезного сигнала от человека на больших расстояниях. Материал, из которого изготавливаются современные линзы, обеспечивает защиту пироприемника от белого света. К неудовлетворительной работе ИК-датчика могут привести такие эффекты, как тепловые потоки, являющиеся результатом нагревания электрических компонентов датчика, попадание насекомых на чувствительные пироприемники, возможные переотражения инфракрасного излучения от внутренних частей детектора. Для устранения этих эффектов в ИК-датчиках последнего поколения применяется специальная герметичная камера между линзой и пироприемником (герметичная оптика).

Зеркальная оптика как единственный элемент оптической системы применяется достаточно редко. Преимуществами зеркальной оптики являются возможность более точной фокусировки и, как следствие, увеличение чувствительности, что позволяет

обнаруживать нарушителя на больших расстояниях. Использование нескольких зеркал специальной формы, в том числе многосегментных, позволяет обеспечить практически постоянную чувствительность по расстоянию, причем эта чувствительность на дальних расстояниях приблизительно на 60% выше, чем для простых линз Френеля. С помощью зеркальной оптики проще обеспечивается защита ближней зоны, расположенной непосредственно под местом установки датчика (так называемая антисаботажная зона). По аналогии со сменными линзами Френеля, ИК-датчики с зеркальной оптикой комплектуются сменными отстегивающимися зеркальными масками, применение которых позволяет выбирать требуемую форму зоны чувствительности и дает возможность адаптировать датчик к различным конфигурациям защищаемого помещения.

В современных высококачественных ИК-детекторах используется комбинация линз Френеля и зеркальной оптики. При этом линзы Френеля используются для формирования зоны чувствительности на средних расстояниях, а зеркальная оптика — для формирования антисаботажной зоны под датчиком и для обеспечения очень большого расстояния обнаружения.

Суть проблемы состоит в том, что обычные ИК-датчик могут быть выведены нарушителем из строя путем предварительного (когда система не поставлена на охрану) заклеивания или закрасивания входного окна датчика. Для борьбы с этим способом обхода ИК-датчиков и используются схемы антимакинга. Метод основывается на использовании специального канала ИК-излучения, срабатывающего при появлении маски или отражающей преграды на небольшом расстоянии от датчика (от 3 до 30 см). Схема антимакинга работает непрерывно, пока система снята с охраны. Для устранения срабатываний ИК-датчика от мелких животных используются либо специальные линзы с зоной нечувствительности от уровня пола до высоты порядка 1 м, либо специальные методы обработки сигналов. Следует учитывать, что специальная обработка сигналов позволяет игнорировать животных только в том случае, если их общий вес не превышает 7...15 кг, и они могут приблизиться к датчику не ближе 2 м.

### ***Порядок выполнения работы.***

Оборудование и приборы: лабораторный стенд «Датчики технологической информации»; выключатель (датчик) оптический OV A43A-31P-150-LZ (до 2007 г. ВО V4-31-P-0-250-ИНД-3В).

1. Дома изучить назначение и технические характеристики датчиков технологической информации, схемы их подключения, а также основные узлы и возможности лабораторного комплекса.

2. В учебной лаборатории:

— пройти тестирование по техническим характеристикам и способам подключения датчиков технологической информации;



Для исследования оптического датчика имеется устанавливаемое на лабораторном модуле устройство с перемещающимся вверх/вниз отражающим элементом (ОЭ). Положение ОЭ относительно оптического выключателя измеряется при помощи цифрового штангенциркуля. Возможно изменение материала отражающей поверхности ОЭ.

При исследовании оптического датчика ОВ в лаборатории необходимо выполнить следующее:

1. Отражатель с белой бумагой поставить в исходное положение, в котором оптический датчик отключен. Приближая отражатель к датчику, добиться его включения. Зафиксировать расстояние между отражателем и торцом датчика.

Удаляя отражатель от датчика, добиться его выключения. Также зафиксировать расстояние между ними. Вернуть отражатель в исходное положение и  $n$  раз (не менее 5) повторить эксперимент. Для исключения влияния люфтов необходимо отражатель перемещать в исходное положение, чтобы положение отключения датчика проходить в направлении движения отражателя к датчику. Определить среднее квадратическое отклонение  $\sigma$ , гистерезис и значения выходного напряжения датчика при отключённом и включённом состояниях датчика.

2. Повторить описанные выше эксперименты ещё для двух разных отражающих материалов отражателя. Провести сопоставление отражающих свойств использованных в эксперименте материалов.

### **Содержание отчета:**

- а) название лабораторной работы;
- б) цель работы;
- в) теоретические сведения;
- г) основные паспортные характеристики исследуемых датчиков;
- д) экспериментальные данные, расчётные значения требуемых параметров и графиков исследованных датчиков;
- е) анализ полученных экспериментальных данных, сравнение полученных данных с паспортными, выводы и рекомендации по использованию исследованных датчиков;
- ж) выводы.

### **Контрольные вопросы**

- 1. Каков принцип действия индуктивного выключателя?
- 2. Каков принцип действия емкостного выключателя?
- 3. К какому типу относится оптический выключатель и каков его принцип действия?

4. Как обеспечивается питание исследуемых датчиков, и как подключается нагрузка к их выходам?
5. Как рассчитывается среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности датчика?
6. Что такое гистерезис датчика, и как его определить экспериментально?
7. Как исключается влияние люфтов в передаче при исследовании датчиков?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЕМКОСТНОГО ДАТЧИКА

#### ***1. Цель работы:***

- исследовать зависимость времени срабатывания емкостного датчика от расстояния;
- исследовать зависимость времени срабатывания датчика при его включении с экраном.

#### ***2. Краткие теоретические сведения.***

**Емкостные извещатели** предназначены для блокировки металлических шкафов, сейфов, отдельных предметов, создания защитных ограждений. Принцип действия извещателей основан на изменении электрической емкости чувствительного элемента (антенны) при приближении или касании человеком охраняемого предмета. При этом охраняемый предмет должен устанавливаться на полу с хорошим изоляционным покрытием или на изолирующей прокладке. К одному извещателю в помещении допускается подключать несколько металлических сейфов или шкафов. Количество подключаемых предметов зависит от их емкости, конструктивных особенностей помещения и уточняется при настройке извещателя.

*Емкостной извещатель ИО305-3 «Пик»* предназначен для блокировки металлических предметов, а также оконных, витринных и дверных проёмов.

Благодаря ступенчатым регулировкам ёмкости и чувствительности извещатель «Пик» адаптируется к параметрам конкретного охраняемого предмета, что обеспечивает высокую обнаруживающую способность извещателя, а возможность переключения светодиодного индикатора в режим настройки делает этот процесс достаточно простым.

Автоматическое отслеживание изменения ёмкости охраняемого предмета при изменении условий окружающей среды обеспечивает высокую помехозащищённость извещателя и надёжность охраны.

В извещателе автоматический контроль целостности и сопротивления утечки соединительного провода от чувствительного элемента.

Извещатель «Пик» должен размещаться возможно ближе к охраняемому предмету так, чтобы при установленной чувствительности извещателя доступ к нему был невозможен без выдачи тревожного извещения.

Охраняемый предмет должен устанавливаться на полу с хорошим изоляционным покрытием или на изолирующей прокладке.

В помещениях со сложной электромагнитной обстановкой, а также при невозможности устройства заземления надлежащего качества извещатель рекомендуется включать по схеме с экраном. В качестве экрана можно использовать закреплённые на стене на изолирующих прокладках листы из металла, фольгированного гетинакса или текстолита, металлическую мелкоячеистую сетку, фольгу или листы из изоляционного материала с зигзагообразно расположенным на нём проводом. При подключении извещателя по схеме с экраном его чувствительность может уменьшаться в 1,5 ... 2 раза.

Размещение охраняемого предмета должно исключать возможность неконтролируемого приближения к нему людей и любых движущихся предметов на расстояние менее 1 м. Если за стеной, у которой установлен охраняемый предмет, возможно движение людей и других объектов, его необходимо отодвинуть от стены не менее чем на 20 см. Сопротивление заземления не должно превышать 4 Ом.

К извещателю следует подключать только однотипные предметы (только или сейфы, или двери, или окна), так как в этом случае упрощается установка требуемой чувствительности.

### ***3. Порядок выполнения работы.***

1. Изучить принцип действия и особенности применения емкостных датчиков.
2. Изучить технические характеристики емкостных датчиков охранной сигнализации.
3. Оформить начало лабораторной работы в тетради (название работы, тема, ход работы).
4. Включить лабораторную установку с емкостным датчиком.
5. Определить время срабатывания датчика в зависимости от расстояния. Результаты измерений занести в таблицу.

Датчик без экрана							
Расстояние, м	1,5	1,0	0,9	0,7	0,5	0,2	0
Время, с							
Датчик с экраном							
Расстояние, м	1,5	1,0	0,9	0,7	0,5	0,2	0
Время, с							

6. Закрепить на столе лист из изоляционного материала с зигзагообразно проложенным на нём проводом.

7. Исследовать зависимость времени срабатывания датчика от расстояния при сложившихся условиях. Результаты измерений занести в таблицу.

8. Сделать вывод по работе.

#### **4. Содержание отчёта.**

Отчёт должен содержать:

1. наименование работы;
2. таблицу полученных данных;
3. вывод по работе;
5. ответы на контрольные вопросы.

#### **5. Контрольные вопросы:**

1. На каком принципе основана работа емкостных датчиков
2. Для защиты чего используют емкостные датчики?
3. Сколько защищаемых конструкций или предметов можно подключить к одному датчику?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КАБЕЛЬНОГО СИГНАЛИЗАЦИОННОГО  
ДАТЧИКА**

***Цель работы:***

- ознакомление с методами прокладки, коммутации, построения кабельной системы локальной вычислительной сети
- получение практических навыков по монтажу основных элементов

**Краткие теоретические сведения.**

Структурированная кабельная система здания — это набор коммутационных элементов (кабелей, разъемов, коннекторов, кроссовых панелей и шкафов), а также методика их совместного использования, которая позволяет создавать регулярные, легко расширяемые структуры связи в вычислительных сетях.

Современные здания министерства, учебные заведения, научные институты, больницы, администрации завода, офисные здания и даже жилые здания буквально «опутаны» кабелями разного вида и назначения. Во-первых, это кабели для обеспечения здания электричеством и, во-вторых, — кабели слаботочных телекоммуникационных инженерных систем здания: телефонной связи, охраны и сигнализации, кабельного телевидения, и т. п.

СКС структурированная кабельная система предусматривает проектирование, построение и эксплуатацию кабельных слаботочных систем в соответствии с принципами и нормами заложенными в определенных стандартах.

Первые стандарты по кабельным системам были разработаны в США.

Целью вышеуказанного стандарта было определение «структурированной кабельной системы» (СКС), которая может поддерживать любые приложения

передачи аналоговых, видео и цифровых данных и является частью инфраструктуры офиса или промышленного здания. В условиях практического отсутствия национальных альтернатив стандарт EIA/TIA 568A широко распространился по миру. Именно на его основе были разработаны и приняты международные (ISO/EIC 11801) и европейские (EN50173) стандарты, которые, в настоящее время находят всё более широкое применение на практике.

Главный, вынесенный в название термин. Среда передачи сигналов состоит из кабелей и разъемов. Функциональными элементами СКС (как частью среды передачи) являются кабели, оснащенные разъемами в точках подключения или коммутации и проложенные по определенным правилам (с образованием линий и магистралей). Фиксация разъемов осуществляется с помощью розеток и панелей. Для организации линий применяют короба, лотки, лестницы. Для организации панелей используются телекоммуникационные шкафы. Все это конструктивные элементы СКС, которые не являются частью среды передачи.

По назначению структурированную сеть принято разделять на подсистемы. Международные стандарты разделяют СКС на три подсистемы: магистраль комплекса, магистраль здания и горизонтальную подсистему.

Иначе говоря, у каждого производителя есть хоть небольшая, но свобода действий, которой он пользуется в полной мере.

Так или иначе, но сегодня предпочтительнее ориентироваться на международные стандарты.

Магистраль комплекса служит для соединения различных зданий. Как правило, она реализуется на оптоволоконном (реже медном) кабеле и позволяет соединять между собой здания, находящиеся на расстоянии до нескольких километров.

Магистраль здания вертикальная подсистема СКС - соединяет этажи здания, обеспечивает связь между распределительной панелью здания и панелями этажей. Она должна включать кабель, установленный вертикально между этажными панелями и, главную или промежуточную панель в многоэтажном здании, а также кабель, установленный горизонтально между панелями в длинном одноэтажном здании. Горизонтальная подсистема СКС прокладывается между телекоммуникационной розеткой на рабочем месте и этажной распределительной панелью. Каждый этаж здания рекомендуется обслуживать собственной горизонтальной подсистемой. На каждое рабочее место должно быть проложено как минимум два горизонтальных кабеля.

**Порядок выполнения работы.** Монтаж элементов горизонтальной подсистемы СКС на основе витой пары. В соответствии со структурой горизонтальной подсистемы, её монтаж разделяется на следующие части:

1. Определение трассы прокладки горизонтального кабеля от рабочих

мест до активного оборудования (концентраторы / коммутаторы) или до телекоммуникационного шкафа.

2.Монтаж кабельных коробов (кабель каналов)по трассе прокладки кабеля, розеток RJ

3.Прокладка горизонтального кабеля до коммутационных розеток этажа;

4.Монтаж горизонтального кабеля на коммутационной панели в коммутационном узле этажа;

5.Монтаж горизонтального кабеля в коммутационных розетках этажа;

6.Сборка структуры сети на коммутационном узле этажа:

7.Подключение конечного пользовательского оборудования к розеткам

6.1Монтаж горизонтального кабеля на коммутационной панели

С лицевой стороны коммутационной панели выведены разъемы

RJподключения соединительных кабелей. С обратной стороны панели выведены универсальные врезные контакты монтажа кабеля на витой паре.

Каждомуразъему на лицевой панели соответствует группа из 8 контактов.

Разъемы и группы контактов пронумерованы. Контакты имеют цифровую и цветовую маркировки для разводки проводников кабеля по стандартным схемам.

Панели устанавливаются в стандартную стойку или специальный

шкаф. Горизонтальные кабели подводятся к панели с обратной стороны, и их проводники монтируются в контактных группах панели. Одному разъему панели обычно соответствует один горизонтальный кабель.

Монтаж кабеля на контактах панели осуществляется следующим образом:

1.Выбрать разъем панели, которому будет соответствовать подключаемый кабель.

2.Найти на обратной стороне панели группу контактов, соответствующую выбранному разъему.

3.Снять изоляцию с монтируемого конца кабеля на длину, удобную для работы с проводниками (2

4.Расплести пары проводников и выровнять проводники.

5.Подвести конец кабеля с расплетенными проводниками к выбранной группе контактов на обратной стороне панели.

6.Развести проводники кабеля в соответствии с маркировкой контактов и вставить соответствующие проводники в прорези соответствующих контактов.

7.Запрессовать проводники в контактах при помощи врезного инструмента IDC

Определить, какой провод «витой пары» должен идти к каждому из прижимных винтов, можно по номерам контактов разъема розетки: в целом с

1.Снимите крышку розетки, либо надавив на нее сбоку, либо поддев края крышки отверткой (в зависимости от устройства замка крышки).

2.Закрепите розетку на стене вблизи рабочего места либо на фиксирующих винтах, либо на клею.

3.Освободите от наружной изоляции оконечность идущего от розетки к

концентратору кабеля «витая пара» на требуемую глубину и аккуратно расплетите проводники.

4.Присоедините проводники к контактам розетки согласно выбранной вами схеме заделки кабеля.

5.Запрессуйте каждый проводник с помощью инструмента или тонкой отвертки и пинцета.

6.Закройте крышку розетки.

7.На противоположном от розетки конце кабеля «витая пара» смонтируйте разъем RJсобирая выбранную вами схему заделки.

8.Проложитекабель до патч панели в телекоммуникационном шкафу узла коммутациипо ранее установленным кабельным каналам (коробам) , фиксируя с помощью крепёжных стяжек, хомутиков и пр.

9.Смонтируйте кабель запрессуйте в выбранное гнездо патч панели.

10.Подключите гнездо панели с соответствующим портом концентратора/ коммутатора с помощью соединительного кабеля.

### ***Содержание отчета.***

Отчёт должен содержать:

1. наименование работы;
2. схема принципа действия извещателя;
3. принцип действия кабельного извещателя;
4. схема помещения;
5. схема с указанными кабельного извещателем.
6. вывод по работе;
7. ответы на контрольные вопросы.

### ***Контрольные вопросы***

- 1.Привестиопределение СКС
- 2.Рассказать назначение каждого уровня, какое оборудование и типы кабеля применяется.
3. Основные признаки СКС
4. Подсистемы СКС. Охарактеризовать подробно каждую.
5. Функциональные элементы СКС
6. Что собой представляет коммутационный узел



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ РАДИОЛУЧЕВОГО ДАТЧИКА

#### Цель работы:

- изучить что представляет из себя радиолучевой излучатель,
- принцип его работы,
- технические характеристики,
- условия монтажа извещателей.

#### Краткие теоретические сведения.

Радиолучевой извещатель – разработан для охраны внутреннего и внешнего периметра. Фиксируют факт проникновения и передают извещения о проникновении на охраняемую территорию при нарушении поля электромагнитных волн возникшего от движения нарушителя в охраняемой зоне.

Радиолучевые объемные извещатели предназначены для обнаружения проникновения в охраняемую зону и допускают маскировку материалами, пропускающими радиоволны (ткани, древесные плиты). Электромагнитное поле СВЧ диапазона, создаваемое извещателем, не оказывает вредного воздействия на организм человека на расстоянии более 50 мм. В извещателе реализован принцип обнаружения человека по регистрации доплеровского сдвига частоты отраженного сверхвысокочастотного (СВЧ) сигнала, возникающего при движении человека в электромагнитном поле, создаваемым СВЧ модулем.

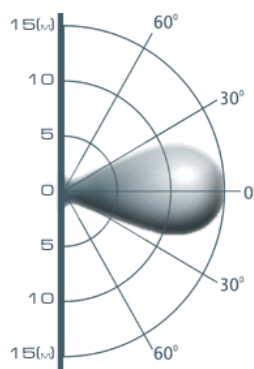


Рисунок 1. Внешний вид и зона обнаружения радиолучевого объемного извещателя Аргус-2

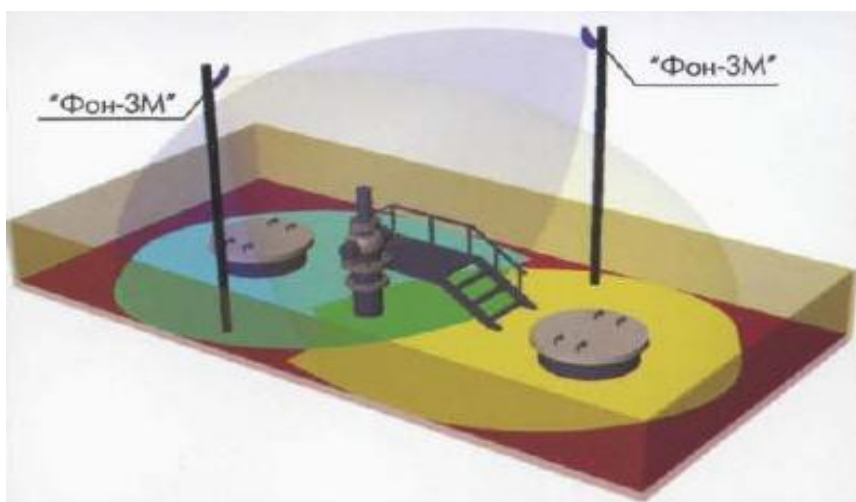


Рисунок 2. Применение радиоволнового объемного извещателя Фон-3М для охраны малой площадки

Линейные радиоволновые извещатели обеспечивают обнаружение человека, пересекающего зону обнаружения. Извещатель состоит из передающего и приемного блока, которые размещаются на противоположных концах охраняемого участка. Передающий блок излучает электромагнитные колебания в направлении приемного блока. Приемный блок принимает эти колебания, анализирует амплитудные и временные характеристики принятого сигнала и в случае их соответствия заложенной в алгоритме обработки модели «нарушителя» формирует тревожное извещение.

Линейные радиоволновые извещатели в отличие от объемных, обнаруживающих движение нарушителя внутри зоны обнаружения, формирует тревожное извещение при пересечении зоны. Поэтому для таких извещателей важна не ширина зоны обнаружения, а ширина зоны отчуждения для движения человека и транспортных средств, за пределами которой извещатель не выдает тревожного извещения. Пример

формы зоны обнаружения на рисунке 3.



Рисунок 3. Зона обнаружения радиоволнового линейного извещателя Р-300

Принцип действия объемных радиоволновых извещателей основан на эффекте Доплера. Радиоволна, излучаемая прибором, отражаясь от движущегося предмета, меняет свою длину или частоту. Таким образом, по принципу действия такой извещатель представляет собой доплеровский радиолокатор с коррекцией сигнала от движущихся целей по дальности на основе частотной модуляции излучаемого сигнала.

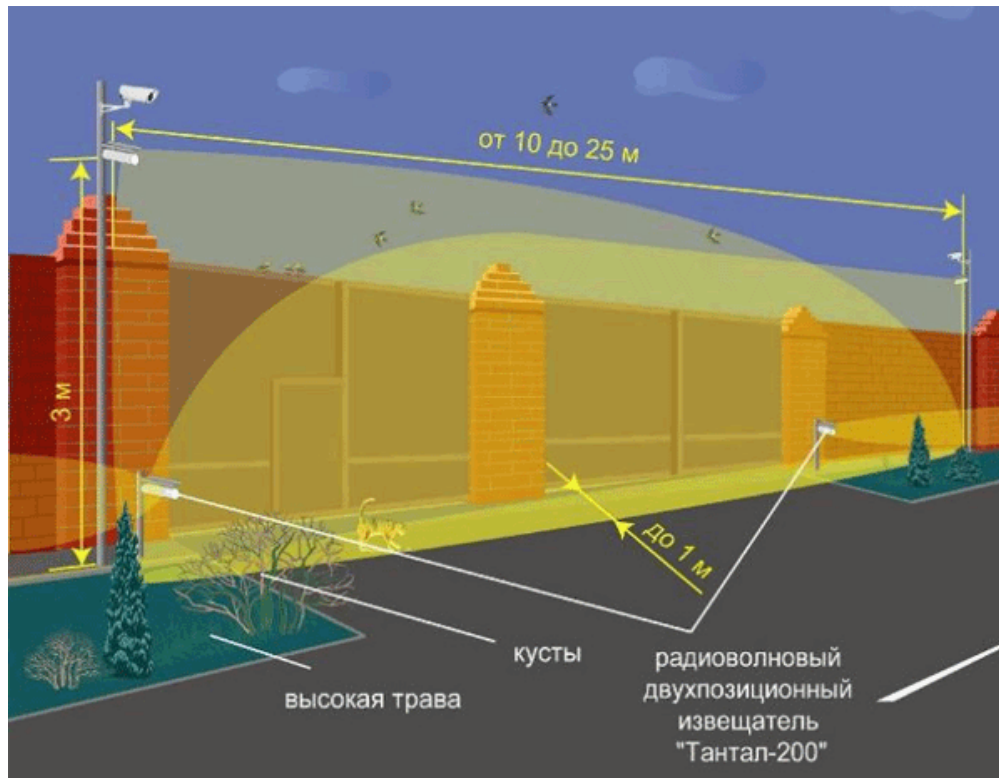


Рисунок 4. Принцип работы радиоволновых объемных извещателей

После отражения от объекта радиоволна фиксируется прибором. Далее действия

датчика определяются заданными характеристиками и алгоритмом работы: происходит либо формирование тревожного извещения и передача его на приемно-контрольное устройство, либо игнорирование принятой радиоволны с измененными характеристиками (если параметры зафиксированного объекта не соответствуют заданным). Современные охранные извещатели защищены от ложных срабатываний, например, при движении в зоне обнаружения одиночных мелких животных или птиц.

В отличие от инфракрасных охранных извещателей, радиоволновые аналоги безразличны к теплу, свету, сквознякам.

Однако они имеют и свои недостатки:

- объемный радиоволновый извещатель излучает высокочастотные волны, для которых радиопрозрачные (например, деревянные, стеклянные) окна, стены, двери не являются преградой. При неправильном выборе размера зоны контроля радиоволнового датчика он может реагировать на то, что происходит за пределами охраняемого помещения;
- такой извещатель может создавать помехи другим радиоэлектронным устройствам;
- при нахождении рядом нескольких подобных извещателей они могут создавать взаимные помехи;
- частое нахождение рядом с работающими радиоволновыми извещателями может причинить вред человеческому организму.

При установке радиоволнового объемного извещателя вне помещений должно быть обеспечено выполнение следующих правил:

- не допускается наличие веток и кустов деревьев, предметов, колеблющихся под действием ветра;
- в зоне контроля не допускается движение людей, транспорта и животных;

- извещатель должен устанавливаться под противодождевым козырьком или навесом, которые исключают сток воды по корпусу устройства;
- не допускается сток воды с крыш в непосредственной близости от прибора;
- место установки извещателя должно быть удалено от поверхностей, на которых возможно перемещение мелких животных и птиц;
- не допускается наличие высокого травяного покрова.

Установку следует производить в следующей последовательности:

- в выбранном месте произвести разметку и просверлить необходимые отверстия;
- закрепить на стене кронштейн;
- установить прибор;
- кабелем подключить извещатель к приемно-контрольному устройству;
- произвести необходимую настройку и проверку работоспособности извещателя.

### ***Порядок выполнения работы.***

- 1 Начертить схему принципа действия извещателя.
- 2 Описать принцип действия радиоволнового извещателя.
3. Начертить схему помещения и установить оптикоэлектронные-датчики.
4. Отчет оформить в специальной тетради для лабораторных работ

### ***Содержание отчета.***

Отчёт должен содержать:

1. наименование работы;
2. схема принципа действия извещателя;
3. принцип действия радиоволнового извещателя;
4. схема помещения;
5. схема с указанными радиоволновыми извещателем.
6. вывод по работе;
7. ответы на контрольные вопросы.

### ***Контрольные вопросы.***

1. На каком принципе основана работа прибора?
2. Где используют радиолучевые извещатели? Для каких целей?
3. Из каких блоков состоит радиолучевой извещатель?
4. Каких правил следует придерживаться для обеспечения устойчивой работы извещателя?
5. На каком рубеже охраны устанавливают эти извещатели?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА

**Цель работы:** исследование зависимости времени срабатывания фотоэлектрического датчика

#### ***Краткие теоретические сведения.***

Суть любого метода обнаружения пожара - раннее выявление возгорания. В большинстве случаев при выборе типа извещателя предпочтение отдается именно дымовому, так как пожар обычно сопровождается выделением большого количества дыма и именно этот тип детектора способен предупредить людей, находящихся в горящем здании, об опасности. Дымовой извещатель на фотоэлектрическом принципе обнаруживает определенные формы загрязнения воздуха, поэтому в некоторых обстоятельствах иные, кроме дыма, загрязнители воздуха могут ввести в заблуждение детектор и вызвать реакцию последнего, соответствующую условиям реального пожара. В этих случаях единственной альтернативой является

использование детектора тепла, если, разумеется, нельзя прибегнуть к детектору пламени. Последний, кстати, применим лишь в весьма специфических условиях, характеризующихся наличием легковоспламеняющихся жидкостей или газов, по этой причине его применение весьма ограничено. Использование теплового извещателя, предоставляющего некоторую защиту, также вряд ли можно отнести к разряду удачных решений, поскольку пока он срабатывает, пожар успевает разрастись до угрожающих параметров.

Экономически выгодно производить детекторы пожара, использующие фотоэлектрический принцип, и в течение последнего десятилетия эти извещатели стали на рынке основными. Фотоэлектрические детекторы относительно невосприимчивы к изменениям внешних условий, хотя и они могут быть введены в заблуждение дымом, который не всегда является продуктом пожара. По сравнению с ионизационными, фотоэлектрические детекторы лучше реагируют на большое задымление.

Фотоэлектрические датчики предназначены для охраны внутреннего и внешнего периметров, бесконтактного блокирования пролетов, дверей, коридоров и т. п. Они состоят из передатчика и приемника, разнесенных вдоль линии охраны, и используют сигнал инфракрасного диапазона с длиной волны порядка 1 мкм.

Для обеспечения устойчивой работы извещателя рекомендуется придерживаться следующих правил: устанавливать извещатель и приёмник на прочные, недеформируемые конструкции; не допускать попадания на приёмник солнечных бликов и света автомобильных фар, а также попадания на объективы прямых солнечных лучей, так как это может привести к перегреванию и преждевременному выходу из строя фото- и светодиодов.

Исключить влияние этих факторов можно применением светонепроницаемых экранов; не допускать нахождения посторонних предметов ближе 0,5 м от пространства, по которому проходит луч.

Этот извещатель может работать при наличии в помещении воздушных потоков, обусловленных вентиляцией и работой кондиционеров, конвективных потоков, возникающих при работе нагревательных приборов.

Извещатель обнаруживает проникновение нарушителя и очаг пожара, сопровождающийся выделением дыма, посредством блокировки оконных и дверных проёмов, подходов к местам хранения ценностей, устройства ловушек и создания защитных барьеров.

Для создания многолучевого барьера допускается совместная работа нескольких извещателей.



Извещатель рассчитан на непрерывную круглосуточную работу и предназначен для эксплуатации на открытом воздухе и внутри помещения. Рекомендуются использовать извещатель для блокировки внешних периметров и охраны помещений.

Место установки извещателя выбирают так, чтобы инфракрасный луч пересекал вероятное направление движения нарушителя. Периметр охраняемого объекта должен быть оборудован ограждением, которое служит механической преградой для нарушителя. С внутренней стороны ограждения необходимо выделить зону отторжения шириной не менее 1 м, которая должна быть свободна от растительности и других предметов, препятствующих прохождению лучей.

### ***Порядок выполнения работы.***

1. Изучить принцип действия и особенности применения фотоэлектрических датчиков.
2. Изучить технические характеристики фотоэлектрических датчиков ОПС.
3. Оформить начало лабораторной работы в тетради (название работы, тема, ход работы).
4. Включить лабораторную установку с фотоэлектрическим датчиком.
5. Исследовать зависимость времени срабатывания извещателя от различных факторов: от расстояния между блоками, вида раздражающего воздействия.
6. Результаты исследований занести в таблицы 1 и 2.

Расстояние, м	2	1,5	1	0,5
время, с				

7. Сделать вывод о зависимости времени срабатывания от расстояния между блоками.

8. Зависимость скорости срабатывания от вида раздражающего воздействия отразить в табл. 2

Время, с	Вид воздействия			
	сильное задымление	среднее задымление	слабое задымление	проникновение нарушителя

9. Сделать вывод о зависимости времени срабатывания от вида воздействия.

### ***Содержание отчета.***

Отчёт должен содержать:

1. наименование работы;

2. таблицу полученных данных;
3. вывод по работе;
5. ответы на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы.**

1. На каком принципе основана работа прибора?
2. Где используют фотоэлектрические извещатели? Для каких целей?
3. Из каких блоков состоит фотоэлектрический извещатель?
4. Каких правил следует придерживаться для обеспечения устойчивой работы извещателя?
5. На каком рубеже охраны устанавливают эти извещатели?

Приемно-контрольные приборы относятся к техническим средствам контроля и регистрации информации. Они предназначены для непрерывного сбора информации от извещателей, включенных в шлейф сигнализации, анализа тревожной ситуации на объекте, формирования и передачи извещений о состоянии объекта на пульт централизованного наблюдения, а также управления местными световыми и звуковыми оповещателями и индикаторами. Приборы обеспечивают сдачу на охрану и снятие объекта с охраны.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

**Цель работы:** ознакомиться с принципами действия и основными характеристиками приемно-контрольных приборов.

Приборы являются основными элементами, формирующими на объекте информационно-аналитическую систему охранной или противопожарной сигнализации. Такая система может быть автономной или централизованной. В первом случае приборы устанавливают в помещении (пункте) охраны, размещаемом на охраняемом объекте или в непосредственной близости от него. При централизованной охране объектовый комплекс технических средств, формируемый одним или несколькими приборами, образует объектовую подсистему охранно-пожарной сигнализации, которая с помощью системы передачи извещений передает в заданном виде информацию о состоянии объекта на пульт централизованного наблюдения, размещаемый в центре приема извещений о тревоге (пункте централизованной охраны).

Информация, формируемая прибором при автономной и централизованной охране, передается сотрудникам специальных служб обеспечения охраны объекта, на которых возложены функции реагирования на тревожные извещения, поступающие с объекта.

### ***Порядок выполнения работы.***

1. Исследовать по паспорту устройств технические характеристики, принцип действия и тактики применения аналоговых приемно-контрольных приборов.
2. Исследовать по паспорту устройств технические характеристики, принцип действия и тактики применения адресных приемно-контрольных приборов.
3. Описать назначение и основные функции ПКП.
4. Описать функцию передачи тревожных извещений в ПКП. Перечислить внешние устройства ПКП для реализации этой функции и отразить порядок их работы.
5. Объяснить ( письменно) принцип контроля нескольких шлейфов сигнализации. Привести структурную схему ПКП с таким способом контроля и описать ее работу.

### ***Содержание отчета.***

Отчёт должен содержать:

1. наименование работы и её тему;
2. результаты исследований в виде ответов,
5. ответы на контрольные вопросы.

***Контрольные вопросы.***

1. Каковы принципы действия и особенности применения приемно-контрольных приборов?
2. Как классифицируют ПКП?
3. Для каких целей предназначены ПКП?