

муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя
общеобразовательная школа № 50 г. Пензы

Ультразвуковой дальномер

Выполнил:

Рожков Егор Сергеевич,
ученик 8 «А» класса,
МБОУ СОШ №50

Руководитель:

Анисимов Сергей Анатольевич,
учитель физики,
МБОУ СОШ №50

Пенза 2023

Оглавление

1.	<u>Введение</u>	<u>2</u>
2.	<u>Теоретическая часть.</u>	
	<u>Свойства волн.....</u>	<u>3</u>
	<u>Принципы действия радаров</u>	<u>3</u>
	<u>Ультразвук и его свойства</u>	<u>4</u>
3.	<u>Эксперименты по наблюдению свойств ультразвука.....</u>	<u>5</u>
4.	<u>Авторская модель установки по определению расстояний.</u>	
4.	<u>1. Используемые приборы и физические принципы их действия</u>	<u>5</u>
	<u>Ультразвуковой дальномер.....</u>	<u>7</u>
	<u>Эксперименты с ультразвуковым дальномером.....</u>	<u>8</u>
5.	<u>Заключение</u>	<u>8</u>
6.	<u>Литература</u>	<u>9</u>
7.	<u>Приложения «Наглядный материал»... ..</u>	<u>10</u>

1. Введение

Цель данного проекта – изучить принципы определения расстояний с помощью дальномеров.

Задача работы – изучив теоретический материал, изготовить для проведения экспериментов приборы с использованием ультразвука. Данная тема не только интересна, но она имеет также **практическое значение**, которое состоит в том, что и автомобильная промышленность, и сами водители являются заинтересованными лицами в вопросах, связанных с применением, так называемых, парктроников. Тема **актуальна**, так как подобные устройства призваны способствовать безаварийности в действиях водителей. Для промышленности данные приборы будут повышать статус выпускаемого автомобиля тем, что понижают аварийность в процессе эксплуатации машины данного класса.

Объект исследования в данной работе – ультразвук.

Предмет исследования – свойства данных волн, позволяющие применить их в работе дальномеров.

Гипотеза – возможность самостоятельного изготовления дальномеров для проведения полноценных экспериментов.

Методы исследования – для осуществления поставленных задач был изучен соответствующий теоретический материал, который помог чётко сформулировать конкретные задачи и провести планирование работ по изготовлению дальномеров, необходимых для проведения экспериментов по определению расстояний.

Источники информации: учебники по физике, электронике, прикладной физике, а также материалы из Интернета.

Новизна работы – созданы авторские модели ультразвуковых дальномеров для изучения принципов локации. Эти модели можно использовать в школьном эксперименте при изучении соответствующих тем, а также в системе дополнительного образования.

2. Теоретическая часть.

Свойства волн

Отражение — частичное или полное возвращение волн, достигающих границы раздела двух сред.

Преломление (иначе рефракция) — изменение направления распространения волн, происходящее на границе раздела двух прозрачных для этих волн сред или же в толще среды, внутри которой характеризующие её параметры изменяются. Например, плотность воздуха меняется, если он прогревается от горячего асфальта. Ход лучей искривляется и мы видим мираж — вдали «воду» на асфальте, тогда как это изображение неба.

Интерференция волн — взаимное усиление или ослабление амплитуды когерентных волн. *Когерентные волны – частота колебаний одинакова и разность фаз не изменяется.*

Дифракция - огибание волнами препятствий. Размер препятствия и длина волны сопоставимы. Явление дифракции зачастую трактуют как частный случай интерференции [1, 2].

Принцип действия радаров

Как известно принцип действия радаров – эхолокация. При этом расчёт расстояния R до объекта производится по формуле:

$$R = \frac{vt}{2} \quad (1),$$

где v – скорость распространения сигнала, а t – время, через которое сигнал вернулся.

В зависимости от применяемых волн выделяют звуколокацию (ультразвуковую), радиолокацию и оптическую локацию [1].

Принцип действия локаторов имеют свои особенности. Их работа происходит в импульсном режиме. Вначале должен быть испущен достаточно

мощный импульс. Мощный, так как иначе он быстро рассеется в пространстве, так и не успев дойти до какого-нибудь препятствия. Затем наступает пауза – время, в течение которого ожидается ответ.

Глубина разведки связана именно с этими параметрами: мощностью импульсов и паузами между ними. Если отражённый импульс придёт позднее, то его заглушит бы новый импульс передатчика. Тем более, что отражённые сигналы приходят достаточно слабыми, ведь им приходится преодолевать какие-то расстояния, испытывая рассеяние в среде. *Импульсная работа лоатора* позволяет развести во времени мощный сигнал передатчика (генерирование колебаний в виде кратковременных импульсов) и слабый отражённый сигнал, принимаемый приёмным устройством [3, 4].

Ультразвук и его свойства

Ультразвук – звуковые волны, имеющие частоту выше воспринимаемым нашим ухом (20 000 Гц). УЗ применяется очень широко. Так, по скорости распространения звука в среде судят о её физических характеристиках. Измерения скорости на УЗ-частотах позволяет с малыми погрешностями определять тепловые характеристики быстротекающих процессов, упругие свойства и т.д. [5, 6].

Высокочастотные колебания обычно создают с помощью пьезокерамических преобразователей.

В природе УЗ встречается как компонент естественных шумов (ветер, дождь). УЗ используют животные.

При прохождении УЗ через материалы с различными акустическим сопротивлением и скоростью распространения волн проявляются отражение, преломление, рассеяние и поглощение.

Интенсивность отраженного УЗ и прошедшего границу сред зависит от исходной интенсивности и разности акустических сопротивлений сред. Когда длина волны много больше размеров неровностей отражающей поверхности,

имеет место зеркальное отражение. Если длина волны сопоставима с неровностями или имеется неоднородность самой среды, происходит рассеивание УЗ [7].

3. Эксперименты по наблюдению свойств ультразвука

- 1) Комплект для демонстрации свойств УЗ (рис. 1, 2, 3) состоит из блока питания (12 В), генератора УЗ-колебаний (27 кГц), излучателя, кюветы (эмульсия: масло в воде).
- 2) Волновая ванна (рис. 4 а, б): за счёт отражения и интерференции волн, возникает кавитация [8]. Она очищает грязь.

4. Авторская модель установки по определению расстояний.

4. 1. Используемые приборы и физические принципы их действия

Полупроводниковый диод – электронный элемент, проводимость которого зависит от направления тока. Это обусловлено р-п – переходом с односторонней проводимостью. Условное обозначение, внешний вид – рис.5.

Светодиод – диод, создающий излучение (при рекомбинации электронов и дырок – рис. 6 а), если ток идёт в прямом направлении. Рис. 6 б - в – внешний вид и условные обозначения [9,10].

Биполярный транзистор – радиоэлектронный компонент, обычно с тремя выводами, позволяющий входным сигналам управлять током в электрической цепи. Используется для усиления, преобразования и генерирования сигнала. Может быть электронным ключом [11]. Принцип действия транзистора - одна цепь управляет другой [12].

Пьезоэлектрики – кристаллы, обладающие свойством продуцировать электрический заряд при их сжатии. Существует обратный пьезоэффект. Под действием электрического напряжения пьезоэлектрик деформируется (сжимается, расширяется, скручивается, сгибается). Исполнительные

устройства преобразуют электрическую энергию в механическую [13]. В данной работе механические колебания дают ультразвук. То есть мы рассмотрели основной элемент **ультразвукового генератора**. Если к пьезоэлементу приложить переменный ток соответствующей частоты, то элемент будет сжиматься и расширяться, генерируя ультразвук. В работе нужен для локации и приёмник отражённого сигнала. Тогда пьезоэлемент используется как датчик. Пришедший звук вызовет деформации кристалла и, следовательно, механические колебания преобразуются датчиком в электрические. Рис. 7 а - в.

Жидкокристаллический дисплей. Здесь используются жидкие кристаллы, которые по структуре являются вязкими жидкостями (следовательно, текут). Но при этом у них есть свойство кристаллов – анизотропия (не одинаковость свойств по разным направлениям). Это обусловлено тем, что молекулы жидких кристаллов имеют вытянутую или дискообразную форму, и они расположены упорядоченным образом. Под воздействием электрических полей ориентация молекул меняется и это влияет на изображение на экране (рис. 8 а, б), [14].

Микроконтроллер и микропроцессор. Микроконтроллер – микросхема, предназначенная для того, чтобы управлять электронными устройствами (рис. 9). Он сочетает на одном кристалле функции и процессора, и периферийных устройств (это аппаратура, с помощью которой вводится в компьютер информация или выводится). Там также есть ОЗУ (оперативное запоминающее устройство) и ПЗУ (постоянное запоминающее устройство для хранения массива неизменяющихся данных). Микропроцессор - главная часть - интегральная схема, исполняющая машинные инструкции, то есть код программ. Можно сказать, микроконтроллер – это однокристалльный компьютер для выполнения относительно простых задач [15]. Его программирование осуществляется на разных языках программирования. В данном случае используются известные компиляторы бейсика для МК. В частности Bascom (архитектуры AVR) Компилировать – проводить

трансляцию машинной программы с любого языка программирования на машинно-ориентированный язык, то есть компиляция – трансляция программы, составленной на исходном языке высокого уровня, в эквивалентную программу на низкоуровневом языке, который близок к машинному коду [16].

4. 2. Ультразвуковой дальномер

В работе для изготовления дальномера был использован модуль с двумя пьезоэлементами. Один служит излучателем ультразвука, а другой – приёмником ультразвуковой волны. Кроме того использовался микроконтроллер (однокристальный компьютер) в качестве управляющей электроники. Для питания используется аккумулятор на 5В, который заряжается от компьютера, а затем через разъём подсоединяется к дальномеру. На изделии нужны разъёмы для подключения к компьютеру для установки программы.

Работа осуществляется следующим образом:

первый импульс длительностью 10-15 мкс; затем до приёмника доходит отражённая волна.

Модуль сам рассчитывает расстояние и выдаёт на ногу Echo импульс длиной до 25 мс. Рис. 21.

Программа в «Приложении»

На дисплей выводится число, показывающее расстояние до препятствия в сантиметрах. Так как производителями не были предусмотрены буквы кириллицы, поэтому в программе заданы необходимые буквы для записей на дисплее: «Дальномер» и «МБОУ СОШ».

Приборы собирали по схеме – рис. 10.

Фотографии окончательной версии модели дальномера - рис. 11 -15.

4.3. Эксперименты с изготовленным дальномером

На рис. 16 представлены эксперименты с окончательной версией модели дальномера. В таблицу внесены результаты определения расстояний с помощью ультразвукового дальномера, проведённые для разных поверхностей. Отражение было рассмотрено для лучей перпендикулярных поверхности и направленных под углом к ней. Таблицы 1 и 2.

5. Заключение

Таким образом, результатом данного проекта стало создание двух видов дальномеров, в основе действия которых лежит общий принцип – локация, но осуществляется это с помощью волн совершенно различных по своей природе. При этом автором на базе теоретических сведений из физики был рассмотрен вполне достаточный круг вопросов электроники, которая необходима для создания задуманных приборов. Материал данной работы может быть использован в учебной деятельности с учениками, проявляющими повышенный интерес к физике и технике, так как электроника – это очень современный и актуальный элемент в развитии цивилизации.

6. Литература

1. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М. Физика-11. – М.: Просвещение, 2010. – 399 с.
2. Резников Л.И. Преподавание физики в средних профессионально-технических училищах. – М.: Высшая школа, 1977. – 207 с.
3. ru.wikipedia.org/wiki/Радиолокация
4. ru.wikipedia.org/.../ Основное уравнение радиолокации.
5. Пёрышкин А.В., Гутник Е. М. Физика – 9. – М.: Дрофа, 2014. – 300 с.
6. ru.wikipedia.org/wiki/Ультразвук
7. ultrasound.net.ua/.../fizika-ultrazvuka
8. ru.wikipedia.org/wiki/Кавитация
9. ru.wikipedia.org/wiki/Светодиод
10. ru.wikipedia.org/wiki/Фотодиод
11. ru.wikipedia.org/wiki/Транзистор
12. Резников З. М. Прикладная физика.- М.: Просвещение, 1989. -239с.
13. [ru.wikipedia.org/wiki/Пьезоэлектрический эффект](http://ru.wikipedia.org/wiki/Пьезоэлектрический_эффект)
14. [ru.wikipedia.org/wiki/Жидкие_ кристаллы](http://ru.wikipedia.org/wiki/Жидкие_кристаллы)
15. ru.wikipedia.org/wiki/Микроконтроллер
16. ru.wikipedia.org/wiki/Компилятор

7. ПРИЛОЖЕНИЯ «Наглядный материал»



Рис. 1-3. Комплект для демонстрации свойств ультразвука



Рис. 4. Волновая ванна. Очистка изделия. 1-я кнопка: 30 Вт, 2-я -50 Вт и время в секундах, 3-я -пуск

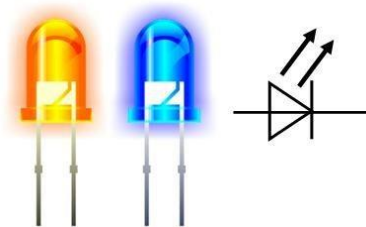
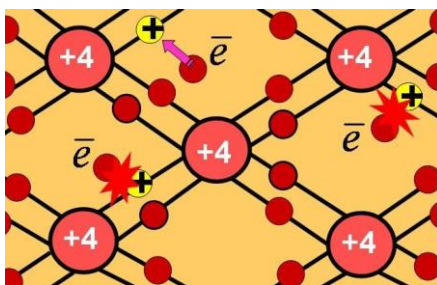
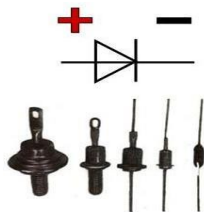


Рис. 5. Диоды (излучение энергии); б) светодиоды

Рис. 6. а) рекомбинация электронов и дырок

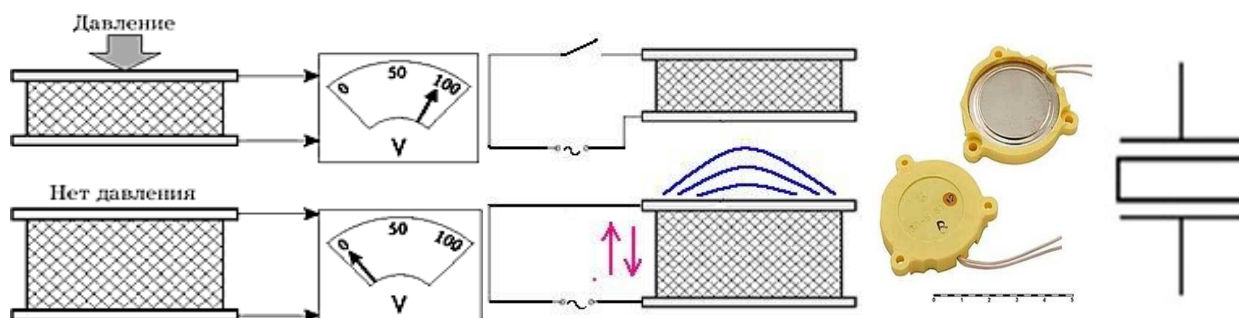


Рис. 7. а) прямой; б) обратный пьезоэлектрический эффект; в) пьезоизлучатель; г) условное обозначение

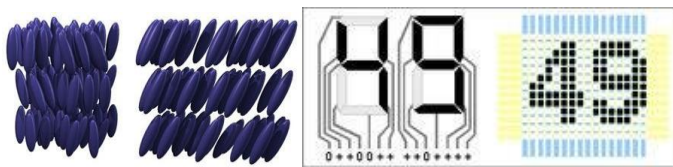


Рис. 8 а) жидкие кристаллы; б) жидкокристаллический монитор



Рис. 9. Микроконтроллер

ПРОГРАММА

```

$regfile = "attiny2313.dat"
$crystal = 8000000                                конфигурация подключения дисплея к портам МК
Config Lcd = 16 * 2
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portd.0 , Db5 = Portd.1 , Db6 = Portd.1 , Db7 = Portd.0 , E =
Portd.2 , Rs = Portd.3                            ' конфигурируем дисплей
Config Portd.4 = Output                           ' выход для подключения ноги Trigger
Config Portd.5 = Input                             ' вход для импульса Echo
Dim A As Word                                     ' сюда копируется значение длины сигнала
Dim S As Single                                   ' переменная для хранения расстояния Const
K = 0.1725                                         ' коэффициент для перевода длины импульса в расстояние
Deflcdchar 0 , 7 , 9 , 9 , 9 , 9 , 9 , 25 , 32 ' буква Л
Deflcdchar 1 , 16 , 16 , 16 , 30 , 17 , 17 , 30 , 32 ' буква Ъ
Deflcdchar 2 , 6 , 10 , 10 , 10 , 10 , 31 , 17 , 32 ' буква Д
Deflcdchar 3 , 31 , 16 , 16 , 30 , 17 , 17 , 30 , 32 ' буква Б
Deflcdchar 4 , 21 , 21 , 21 , 21 , 21 , 21 , 31 , 32 ' буква Ш
Deflcdchar 5 , 17 , 17 , 17 , 15 , 1 , 17 , 14 , 32 ' буква У
Cursor OffCls
Home
Lcd Chr(2) ; "A" ; Chr(0) ; Chr(1) ; "HOMEP"

```

```

Locate 2, 1
Lcd "M"; Chr(3); "O"; Chr(5); " CO"; Chr(4); " 26"
Wait 3
Do
Set Portd.4                                     'даем импульс на ногу Portd.4 длительностью 15 мкс
Waitus 15 Reset Portd.4 Waitus 10
Pulsein A, Pind, 5, 1                           'ловим импульс высокого уровня на PinD.5S
= A * K                                           'переводим значения
Home
Lcd Fusing(s, "###.#"); " cm                    " 'выводим данные на LCD, расстояние в см
Waitms 200
Loop
End

```

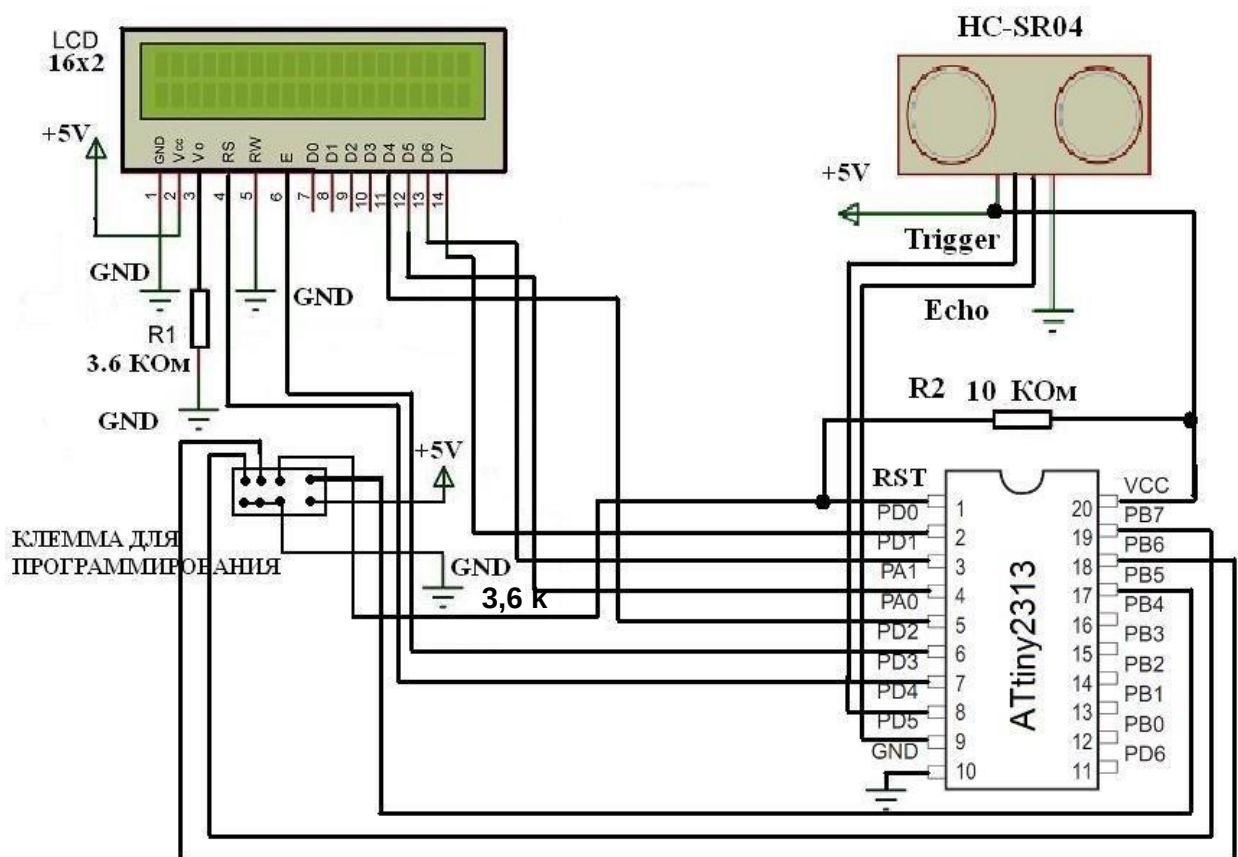


Рис. 10. Электрическая схема ультразвукового дальномера



Рис. 11. Дальномер ультразвуковой а) общий вид, б) в разборе



Рис. 12 а).Зарядка блока питания от компьютера, б) кабель для зарядки

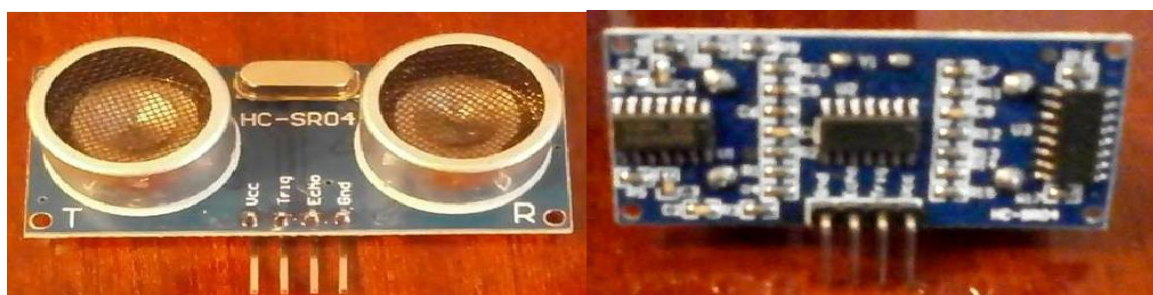


Рис. 13. Ультразвуковой датчик HC-SR04

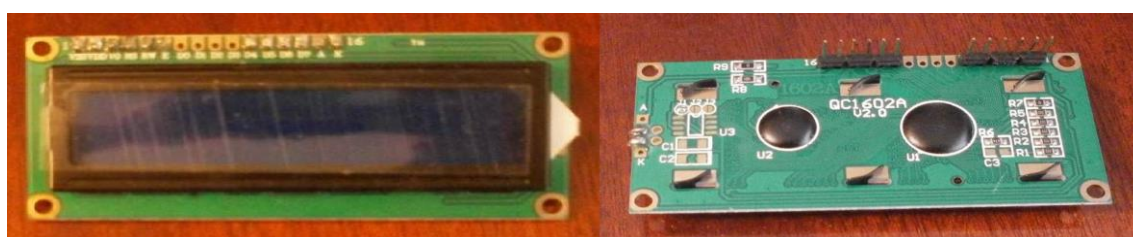


Рис. 14. Жидкокристаллический экран



Рис. 15. Плата с микроконтроллером

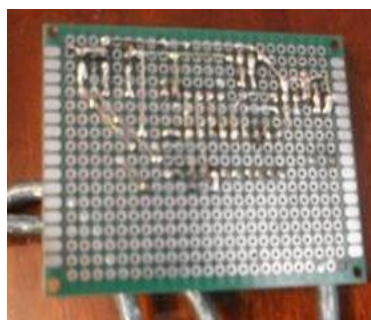
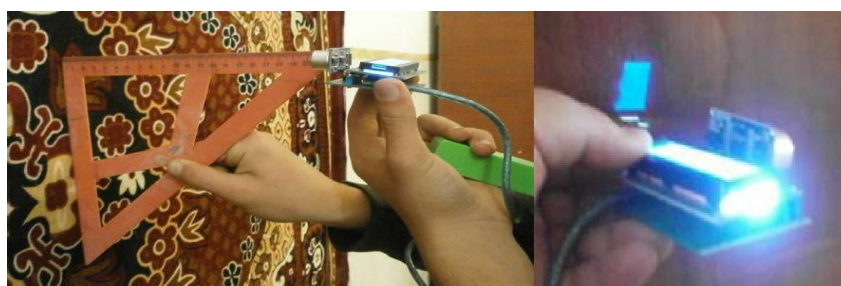


Рис. 16, а-б. Работа дальномера Эксперименты.



Проверка точности прибора.

Видна подсветка экрана

Таблица 1. Проверка точности измерений для различных поверхностей($s=20$ см)

Поверхности	Стекло	Клеёнка	Ворс	Стена	Полировка	Поролон	Обои
Расстояния по прибору	20,3	20,2	23,5	19,9	20,2	22,5	20,4
$s - s_d$	0,3	0,2	3,5	0,1	0,2	2,5	0,4

Таблица 2. Рабочие параметры дальномера

Дальность действия с допустимой точностью	Допустимый угол падения	Больше точность измерений	Рабочая температура	Время обновления показаний
3 м	30^0	1 -2,5 м	0-40	Не более 0,5 с