

ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ НАВЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ ARDUINO IDE НА ПРИМЕРЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА

Всё большую популярность среди школьников и студентов приобретает среда разработки Arduino: доступна для скачивания, ПО на русском языке, низкая стоимость оборудования, большой объем готового обучающего материала, множество сайтов, форумов по обсуждению различных схем [1, 2].

Цель обучения – приобретение навыков программирования и сопряжения устройств вывода-вывода информации, различных датчиков с помощью среды разработки Arduino IDE.

Технология обучения состоит из следующих шагов:


1. *Знакомство с различными датчиками. Разбор физики процесса измеряемого параметра.* К примеру, если рассмотреть методы измерения уровня жидкости, то их можно классифицировать на три большие группы: волновые, неволновые и комбинированные. В свою очередь, волновые делятся на ультразвуковой локационный, радиолокационный, лазерный локационный, оптический методы; неволновые – емкостный, гидростатический, буйковый, поплавковый механический; комбинированные – поплавковый магнитострикционный, поплавковый радиолокационный. Рассматривая данные методы, выбирается подходящий метод к проектной теме обучающегося, имеющий больше преимуществ по точности, простоте, обработке сигналов и цене. Для проектной работы выберем ультразвуковой метод.

2. *Установка программного обеспечения, драйверов, библиотек [3].*

3. *Изучение основ программирования на Arduino IDE. Основные команды. Структура программы. Работа с библиотеками.* Библиотеки добавляют дополнительную функциональность скетчам, например, при работе с аппаратной частью или при обработке данных. Для использования библиотеки необходимо выбрать меню **Sketch > Import Library**. Одна или несколько директив **#include** будут размещены в начале кода скетча с последующей компиляцией библиотек и вместе со скетчем. На Arduino.cc имеется список библиотек. Некоторые библиотеки включены в среду разработки Arduino. Другие могут быть загружены с различных ресурсов. Для установки скачанных библиотек

необходимо создать директорию «libraries» в папке блокнота и затем распаковать архив [1].

4. Компилирование программы. Разбор ошибок при компиляции.

Область команд 2 (рис. 1)  содержит следующие команды: проверить скетч на наличие ошибок (если таковые имеются, то командная строка подкрашивается, в этом случае удобно сразу обнаружить ошибку, и эта ошибка прописывается еще в области уведомлений б); загрузить скетч в плату Arduino; создать новый скетч; открыть скетч; сохранить скетч. При успешной компиляции в области 5 будет написано сообщение *Компилирование завершено*.

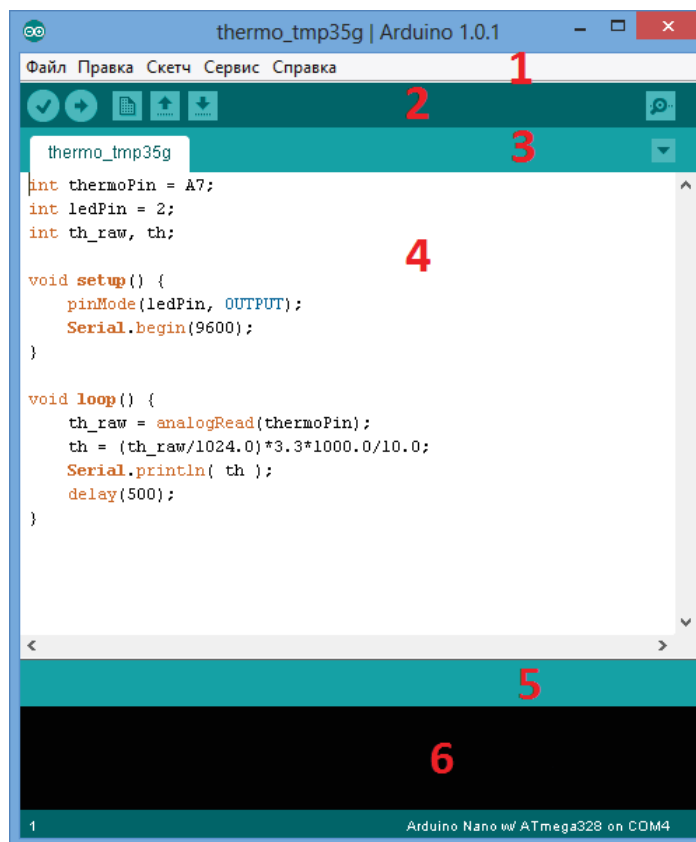


Рисунок 1 – Окно программы ПО Arduino:

1 – строка меню, 2 – область команд, 3 – область вкладок, 4 – рабочая область для редактирования скетча, 5 – строка, в которой прописывается компиляция завершена или сообщение об ошибке, 6 - область уведомлений, ниже название платы и номер порта

5. Изучение платы Arduino Uno, процессор, порты (цифровые, аналоговые), питание Arduino Vcc, земля GND. На рис. 2 представлена оригинальная плата UNO R3: интеллектуальное программирование, модуль микроконтроллера ATmega328P (тактовая частота 8 МГц, питание 3.3 В) с возможностью автоматической перезагрузки, цифровые

входы/выходы, аналоговые входы, питание, земля, USB - порт. При подключении платы Arduino к компьютеру через USB - порт следует указать программе Arduino IDE, какую именно плату Arduino подключаем, и к какому порту (COM1 или COM3). Для этого выберите нужную плату из списка в разделе меню «Инструменты > Плата > Название платы». В разделе меню «Инструменты > Порт > Номер доступного порта».



Рисунок 2 – Макетная плата Arduino Uno

6. *Загрузка скетча.* Во время загрузки в строке состояния 5 (рис. 1) будет отображаться ход выполнения компиляции и загрузки скетча. Если в скетче нет ошибок и он успешно загружен, то в области уведомлений 6 появится информация о количестве использованной и доступной памяти Arduino, а над областью уведомлений появится надпись *Загрузка завершена*. Небольшой скетч (к примеру, 926 байт) заставит мигать светодиод на плате Arduino [4].

7. *Изучение датчиков, их подключение к плате, контактные ножки.* Существует большой ряд датчиков и радиоэлементов под технологию Arduino. На этом шаге обучающимся предлагается изучить для начала простейшие примеры скетчей с такими элементами как светодиод, фоторезистор, потенциометр. Далее выбирается датчик для проектной работы. Выше рассматривался ультразвуковой метод, поэтому рассмотрим пример проекта с ультразвуковым датчиком (ещё его часто называют сонаром или ультразвуковым дальномером), определяющий расстояние до объекта. Датчик HC-SR04 генерирует узконаправленный сигнал на частоте 40 кГц и ловит отраженный сигнал (эхо). По времени распространения звука до объекта и обратно можно достаточно точно определить расстояние до него, имеет диапазон измерения от 2 см до 400 см, работает при температурах от 0° до 60° С. Точность измерения составляет ± 1 см, рабочее напряжение датчика до 5,5 В.

8. *Сбор установки с помощью контактных проводов.*

Схема подключения указана на рис. 3. Отметим, что к Arduino UNO также нужно подключить двухстрочный ЖКИ и загрузить скетч [4]. Далее подключение платы Arduino UNO к порту компьютера, согласование порта.

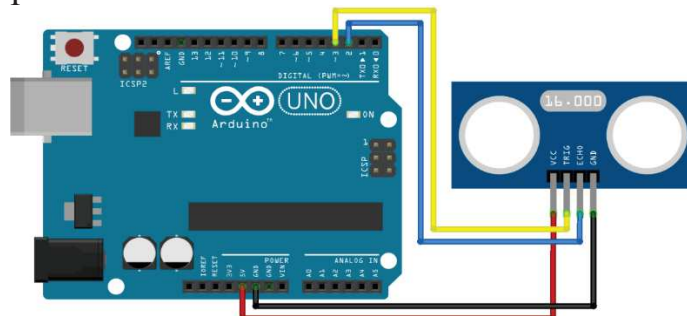


Рисунок 3 – Схема подключения ультразвукового датчика и платы Arduino UNO с помощью контактных проводов

9. *Процесс измерения параметров датчиком, занесение в таблицу измеренных значений.* На рис. 4 показан экспериментальный образец. Видно, что на ЖКИ отображается измеренный параметр в см. При моделировании датчик должен располагаться на заданном расстоянии от поверхности объекта. Далее производится замер расстояния датчиком. Полученные результаты измерения записываются в таблицу.

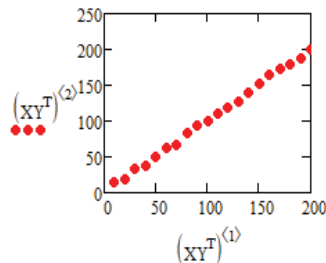


Рисунок 4 – Моделирование датчика. Процесс измерения

10. *Обработка результатов в Excel, MathCAD. Построение графиков. Расчёт погрешности измерения.* Далее на рис. 5 приводится пример выполнения расчета с использованием программы MathCAD по измеренным результатам, переведенные в мм. Получаем погрешность измерения ультразвукового датчика $\Delta \approx 2$ мм.

11. *Применение навыков программирования для проекта.* На этом шаге обучения обсуждается конкретное оборудование для выбранной темы проекта, пишется программа, закупаются датчики. Идет большая подготовительная работа для представления проекта в виде экспериментального образца [5].

$$XY := \begin{pmatrix} 10 & 20 & 30 & 40 & 50 & 60 & 70 & 80 & 90 & 100 & 110 & 120 & 130 \\ 14.62 & 17.96 & 34.18 & 38.35 & 49.13 & 61.52 & 66.44 & 82.35 & 93.89 & 100.87 & 109.74 & 118.47 & 127.21 \\ 140 & 150 & 160 & 170 & 180 & 190 & 200 \\ 140.52 & 151.63 & 164.01 & 173.25 & 178.47 & 187.14 & 200.84 \end{pmatrix}$$



$$X_{\text{mean}} := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n XY_{1,i} = 105$$

$$Y_{\text{mean}} := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n XY_{2,i} = 105.53$$

$$\Delta := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (|XY_{1,i} - XY_{2,i}|)$$

$$\Delta = 2.239$$

Рисунок 5 – Фрагмент программы *MathCAD* для расчета погрешности измерения

В ходе занятий изучаются: технология программирования на языке C++, радиодетали, датчики и их назначение, основные законы электричества. Обучающиеся учатся создавать различные автоматизированные устройства на базе микроконтроллера Arduino, собирают различные проекты, с которыми участвуют в городских, республиканских и всероссийских конкурсах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Среда разработки Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arduino.ru/>, свободный (Дата обращения: 11.11.2023).
2. Робототехника Ардуино [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://робототехника18.рф>, свободный (Дата обращения: 11.11.2023).
3. Сайт разработчика ПО Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.arduino.cc/en/Main/Software свободный (Дата обращения: 11.11.2023).
4. Сайт IARDUINO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiki.iarduino.ru/page/ustanovka-nastroyka-programmnoy-obolochki-arduino-ide-dlya-windows/> свободный (Дата обращения: 11.11.2023).
5. Смирнова С.В. Кружок проектно-технического творчества «IT-приборист» / Инженерная мысль: Республиканская НПК, посвященная 90-летию КНИТУ-КАИ, 25 ноября 2022 г.: сборник докладов. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2022. – С. 135-138.