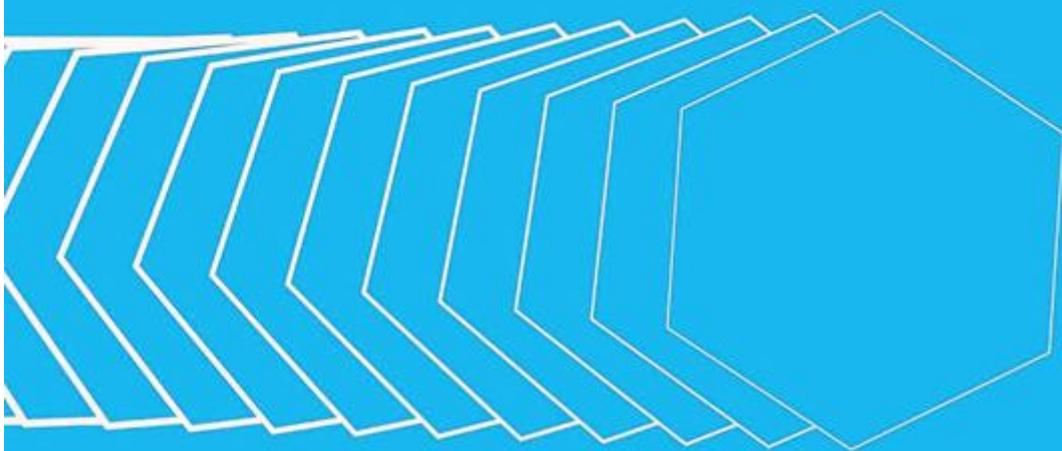


ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

**Методическая разработка
программного модуля**

«УМНАЯ ТЕПЛИЦА»



Автор: Белоусова Анна,
методист методического
отдела технической
направленности

**2022
Москва**



**ФГБОУ ДО
ФЦДО**

**Направление:
IT-технологии**

СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ

Наверняка, у каждого из вас дома есть комнатные растения, за которыми необходим уход: полив, рыхление, пересадка и т.д., и без должного ухода растения могут потерять свой декоративный вид.

А если речь идет о садоводстве и выращивании каких-либо сельскохозяйственных культур – за такими растениями требуется еще больший уход. Уровень урожайности во многом зависит от того, насколько показания среды внутри теплицы (температура и влажность воздуха, влажность почвы, освещенность и т.д.) соответствуют некоторым «комфортным» для этих растений показателям.

Садовод или фермер не всегда может находиться на своем участке или же масштаб и количество теплиц может быть большим, и может не быть возможности своевременно и в необходимом объеме обеспечивать достаточные условия среды в теплице. Это, в свою очередь, может понизить урожайность выращиваемых культур. Давайте подумаем, как можно исправить такую ситуацию.

Цель модуля: создание прототипа умной теплицы.

Задачи:

- моделирование системы в среде визуального программирования TinkerCAD Circuits.
- сборка системы на основе микроконтроллера Arduino UNO и электронных компонентов.

В зависимости от уровня и погруженности обучающихся в тематику, схема может гибко варьироваться педагогом/наставником.

Предполагаемые результаты обучающихся

Артефакты: прототип умной теплицы на основе микроконтроллера Arduino UNO, оформленный в виде макета.

Метапредметные навыки (Soft Skills):

- умение планировать эксперимент;
- умение оценивать и использовать имеющиеся ресурсы;
- умение работать с моделями и схемами;
- способность нести ответственность за свои решения.

Предметные навыки (Hard Skills):

- умение собирать электронную схему в среде Tinkercad Circuits Arduino;
- умение собирать электронную схему на макетной плате на основе модели из симулятора;
- знать назначение портов ввода/вывода микроконтроллера;
- знать назначение электронных компонентов;
- умение создавать эскиз устройства;
- знать основы программирования на языке C;
- умение программировать микроконтроллер Arduino Uno;
- умение произвести отладку программы.

Место в структуре программы

Практическую работу целесообразно предлагать после вводных занятий по концепции Интернета вещей, краткого знакомства с платформой Arduino, базовыми электронными компонентами и основами схемотехники, средой разработки TinkerCAD Circuits / Arduino IDE.

Количество учебных часов/занятий: 6 часов.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Тема занятия	Формы работы	Количество акад. часов		
			Всего	Теория	Практика
1.	Интернет вещей в сельском хозяйстве	интерактивная лекция	1	1	0
2.	Изучение проблемной области и формирование микрогрупп	интерактивная лекция	1	1	0
3.	Создание электронной схемы умной теплицы в симуляторе TinkerCAD Circuits	практическая работа в малых группах	1	0	1
4	Программирование на языке C в Arduino IDE. Циклы. Цикл с условием.	практическая работа в малых группах	2	1	1
5	Презентация прототипов микрогрупп, итоговая рефлексия	практическая работа в малых группах	1	0	1
	ИТОГО		6	3	3

Занятие 1.

Тема: Интернет вещей в сельском хозяйстве

Теория: Что такое «умное сельское хозяйство». Интернет вещей в сельском хозяйстве. IoT платформы в сельском хозяйстве. Какие существуют IoT решения на российском рынке на данный момент.

Занятие 2.

Тема: Изучение проблемной области и формирование микрогрупп

Теория: Погружение в проблемную область: измерение и демонстрация различных показателей среды в теплице в целях повышения урожайности культур. Организация распределения обучающихся в микрогруппы по 2-3 человека для дальнейшей работы. Формулировка целей, задач и средств достижения цели работы в микрогруппах. Поиск необходимой информации (исследовать проблемную область и аналоги решения). Генерации идей решения (различные методики: мозговой штурм и др.) Оценка необходимых ресурсов для реализации прототипа (Arduino, электроника, ПО и т.д.)

Примечание: В процессе обучения важно развитие навыка работы с массивами информации. Рекомендуется работа с поисковыми интернет-системами и открытыми источниками.

Занятие 3.

Тема: Создание электронной схемы умной теплицы в симуляторе TinkerCAD Circuits.

Практика: Разработка модели устройства в симуляторе. Перенос модели устройства из симулятора на реальные электронные компоненты. Сборка схемы на макетной плате.

Занятие 4.

Тема: Программирование на языке C в Arduino IDE. Циклы. Цикл с условием.

Теория: Использование датчиков для измерения температуры и влажности воздуха, влажности почвы, освещенности, атмосферного давления, программирование на языке C, использование переменных и циклов с условием.

Практика: Написание программы на языке C в Arduino IDE для умной теплицы. Тестирование и отладка. Параллельно создание макета устройства в Хайтеке.

Занятие 5.

Тема: Презентация прототипов микрогрупп, итоговая рефлексия.

Практика: Создание презентации для публичной демонстрации результатов с использованием современных инструментов и проведение презентации своих решений, ответы на вопросы других обучающихся и наставника/педагога. Запуск и настройка разработанного устройства. Проведение рефлексии с использованием метода «сбор урожая» (просим обучающихся зафиксировать одну мысль/цитату/идею, которую они почерпнули для себя на занятиях. Просим записать, обсуждаем как эта мысль повлияет на них (источник: Шпаргалка по рефлексии).

НЕОБХОДИМЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Важно: обучающийся должен обосновать выбор материала для решения конкретной задачи.

№ п/п	Наименование	Кол-во
Аппаратное и техническое обеспечение: рабочее место обучающегося		
1.	Ноутбук, мышь	1
2.	Электроника: Arduino UNO (или аналог), соединительные провода, макетная плата, датчик температуры / датчик температуры и влажности воздуха, датчик освещенности (фоторезистор), текстовый экран, светодиодная шкала, вспомогательные компоненты (резисторы и др.). Опционально: датчик влажности почвы, датчик-барометр, водяная помпа, светодиодная лента, элемент Пельтье.	1
3.	Паяльное оборудование	1

4.	Набор инструментов	1
Аппаратное и техническое обеспечение: рабочее место педагога		
5.	Ноутбук, мышь	1
6.	Доступ в Интернет	1
Программное обеспечение		
7.	Arduino IDE, TinkerCAD Circuits (онлайн).	1
Расходные материалы		
8.	Фанера/пластиковое стекло: размер 1525x1525 мм, толщина 4-6 мм	1

КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Педагог дополнительного образования по направлению «Информационные технологии», который компетентен в следующих областях: электроника, схемотехника, программирование микроконтроллеров Arduino.

ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ/КОНТРОЛЯ

По завершении модуля оценивается качество разработанного прототипа микрогруппами, а также работа команд по следующим критериям:

- анализ рынка;
- функциональность элементов устройства;
- качество и сложность представленного кода;
- качество презентации;
- командная работа.

Для успешной аттестации по модулю необходимо набрать минимум 7 баллов.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ЛИСТ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ГРУППОВОЙ РАБОТЫ

Критерий	Кол-во баллов
Анализ рынка 0 баллов – анализ рынка не проводился 1 балл – проведено исследование вариантов решения 2 балла – анализ рынка проведен, выявлены плюсы и минусы существующих решений	2
Функциональность элементов устройства 0 баллов – использованные элементы не соответствуют техническим требованиям	3

1 балл – элементы соответствуют требованиям, но некоторые недоработки 3 балла – предложенное техническое решение оптимально для поставленной задачи	
Качество и сложность представленного кода 0 баллов – логика линейная 1 балл – логическая структура хорошо продумана, но не оптимизирована 3 балла – созданный алгоритм логичен, оптимизирован, код хорошо читаем	3
Качество презентации 0 баллов – описание выполнено некачественно, отсутствует полная информация о результатах 1 балл – задание выполнено, но информация представлена с ошибками, из презентации сложно понять суть выполненной работы 3 балла – презентация соответствует заданию, продукт описан четко и логично	3
Командная работа 0 баллов – командная работа отсутствует 1 балл – есть понимание планирования, но структура недоработана 3 балла – из презентации понятны роли команды, этапы работы, цели достигнуты	3
ВСЕГО	14

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Теоретическая база по технологии Интернет вещей в сельском хозяйстве <https://www.intelvision.ru/blog/smartfarmblog>
2. Теоретическая база и инструкции по сборке <http://elektrik.info/main/automation/1478-ispolzovaniye-sovremennyh-sredstv-avtomatizacii-v-teplice.html>
3. Информация по работе с программным обеспечением <https://www.arduino.c/>
4. Справочник языка C для программирования Arduino <https://all-arduino.ru/programmirovanie-arduino/>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

РУКОВОДСТВО НАСТАВНИКА

Примерный ход выполнения практической части занятий:

- Введение в практическую работу
- Формирование рабочих групп

- Постановка задач
- Распределение задач между участниками групп
- Выполнение задач участниками групп
- Объединение для демонстрации общего результата
- Демонстрация

СОВЕТЫ

1. Практическое задание может выполняться учащимися с разным входным уровнем знаний и навыков работы с платформой Arduino.
2. В случае, если учащиеся до момента работы над задачей не занимались схемотехникой и программированием на языке C, стоит начинать работу с визуальной среды программирования TinkerCAD Circuits, где сборка модели на Arduino происходит виртуально, а составление алгоритма основано на блоках.
3. В случае наличия первичного опыта работы с Arduino и программирования на C, задачу можно решить, минуя TinkerCAD Circuits.
4. Среда TinkerCAD Circuits дает возможность конвертировать описанный в виде блоков алгоритм в программный код на языке C и использовать его в среде Arduino IDE.
5. В ходе работы над задачей стоит уделять внимание развитию «гибких» компетенций, в т. ч. работе с массивами информации, критической оценке аналогичных решений и т.д.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ

- Какие, на ваш взгляд, показатели окружающей среды должны быть оптимальными («комфортными»), чтобы выращивание растений было высокоурожайным? Речь может идти, например, о выращивании комнатных растений, растениях на уличных клумбах, растениях на дачном участке, растущих в открытом грунте или в теплице и т.д.
- Какими способами можно измерить температуру и влажность воздуха, скорость ветра, уровень освещения и т.д.? Чем они отличаются? В чем состоят принципы их работы?
- Как проинформировать пользователя о показаниях с датчиков, измеряющих показатели окружающей среды?
- Какие выводы можно сделать и как можно повысить урожайность растений, зная текущие показатели окружающей среды?

ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Комментарии к практической работе.

Далее предусмотрены разные по сложности реализации варианты выполнения практической работы.

В случае отсутствия базовых навыков схемотехники и знания языка C в первом варианте предлагается собрать схему в симуляторе TinkerCAD Circuits с целью отработки навыков моделирования и безопасного использования компонентов, а затем собрать эту схему с реальными компонентами. Показания термометра теплицы иллюстрируются с помощью светодиодов.

Второй вариант предусматривает сборку схемы с реальными электронными компонентами на макетной плате. Показания термометра демонстрируются с помощью светодиодной шкалы.

Третий вариант является усложнением второго и предполагает вывод информации о температуре в теплице на LCD-дисплей. Помимо этого, для контроля комфортной освещенности растений добавляется датчик освещенности (фоторезистор). В случае низких показаний освещенности включается искусственное освещение (в прототипе используются светодиоды).

Вариант 1. Прототипирование в визуальной среде TinkerCAD Circuits

Перечень основных электронных компонентов.

Пояснение. Из-за отсутствия компонента *Термистор* в TinkerCAD Circuits, в этой среде термистор заменяется датчиком температуры *TMP36*. В сборке с реальными компонентами следует использовать Термистор.

Имя	Количество	Компонент
U1	1	Arduino Uno R3
DLED1 DLED2 DLED3	3	Красный Светодиод
R3 R4 R5	3	220 Ω Резистор
U2	1	Датчик температуры [TMP36]

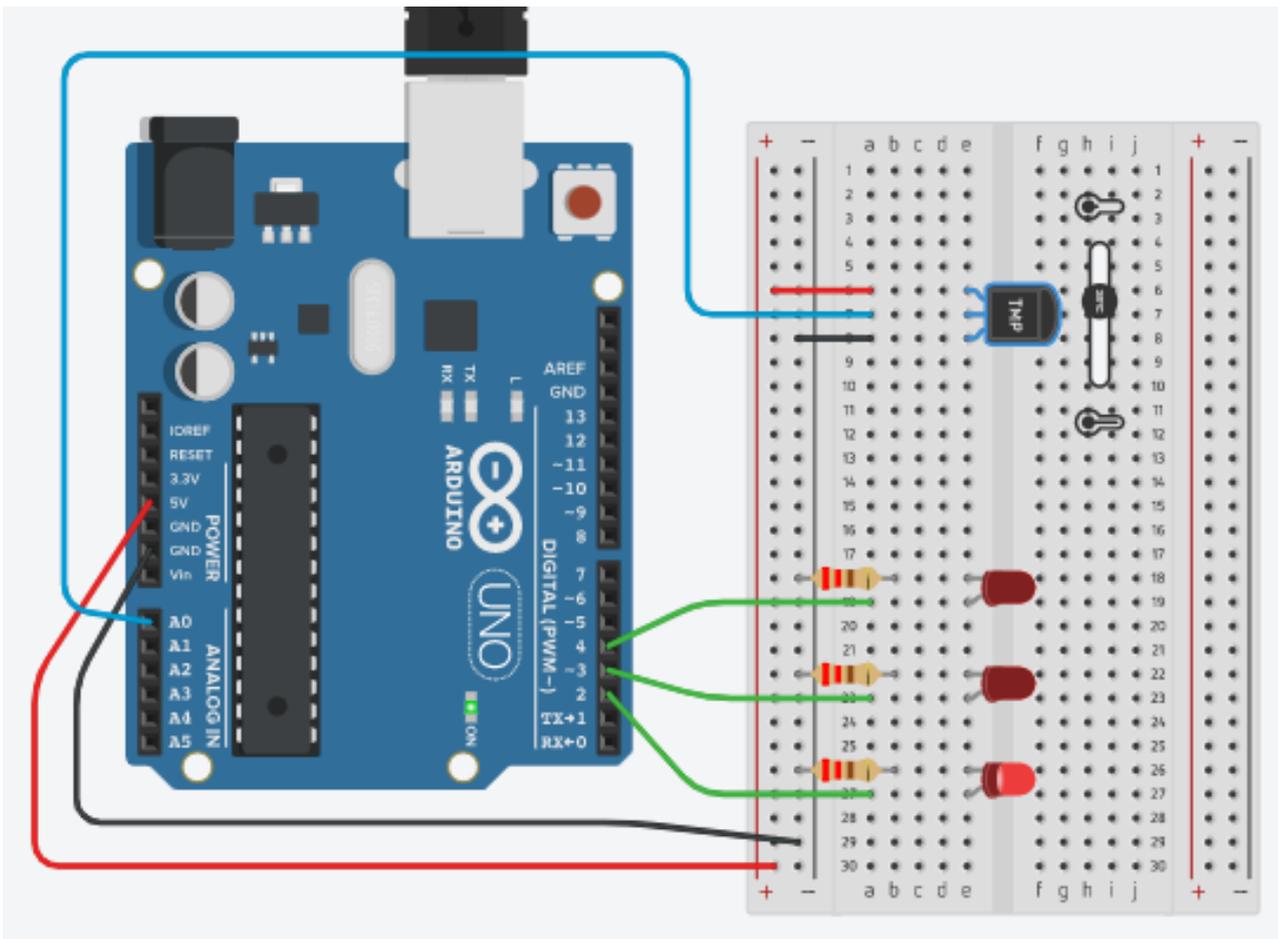


Рис. 1. Схема сборки системы в среде TinkerCAD Circuits

Для проведения эксперимента изменения температуры необходимо передвигать ползунок датчика TMP36. Результат изменения температуры в диапазоне 20-30 С демонстрируется на трех светодиодах.

Программа в среде TinkerCAD Circuits

Комментарий Порог температуры для активации светодиодов

назначить levelTemp на 20

Комментарий Измеряем температуру по Цельсию

назначить temperature на сопоставить считать с аналогового вывода A0 - 20 x 3.04 с диапазоном от 15 до 40

вывести на монитор temperature без новой строки

вывести на монитор C без новой строки

Комментарий Если температура ниже предела, лампочки не горят

если temperature < levelTemp то

назначить вывод 2 на НИЗКИЙ

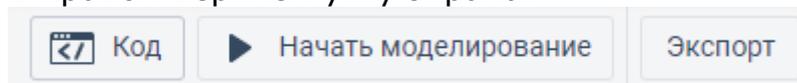
назначить вывод 3 на НИЗКИЙ

назначить вывод 4 на НИЗКИЙ

Комментарий Температура выше нижнего предела



После сборки виртуальной модели термометра, можно осуществить сборку системы на реальных компонентах, предварительно преобразовав визуальные блоки программы в код на языке C. Это можно сделать нажатием кнопки «Код» в правом верхнем углу экрана.



Важно! Имейте в виду, что после преобразования визуальных блоков в текстовый код, визуальные блоки очищаются и больше недоступны. Работать можно будет только с текстовым кодом на языке C. Поэтому для сохранения прогресса можно создать копию проекта, в котором сохранятся исходные визуальные блоки.

Вариант 2. Прототипирование на макетной плате с Arduino UNO и электронными компонентами. Получение данных с термистора. Вывод данных с помощью светодиодной шкалы

Схема для сборки на макетной плате представлена ниже. Для измерения температуры используется термистор.

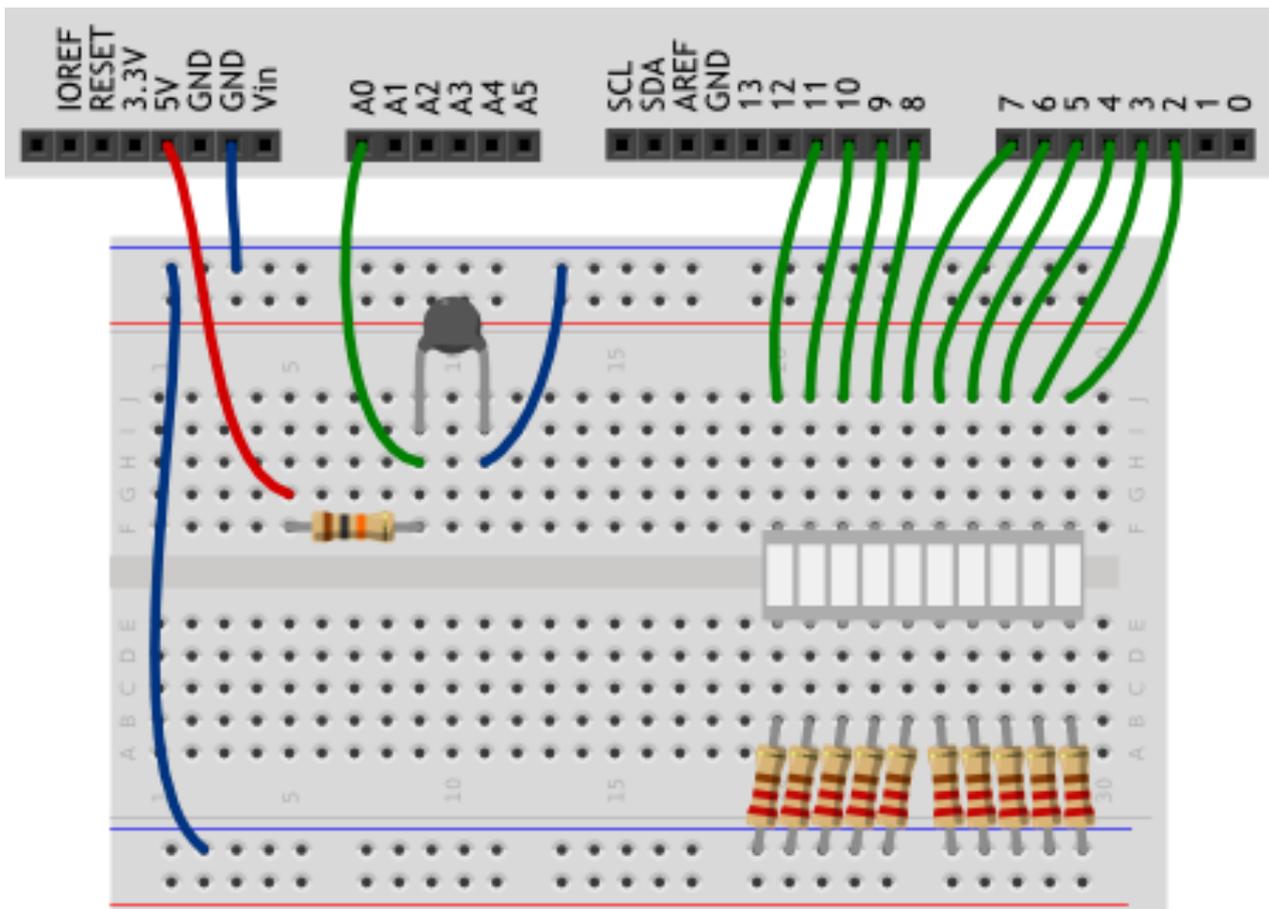


Рис. 2. Скetch `termometr_scale.ino`

```
// Огромное количество готового кода уже написано другими людьми
// и хранится в виде отдельных файлов, которые называются
// библиотеками. Для использования кода из библиотеки, её нужно
// подключить (англ. include). Библиотека «math» даёт разные
// математические функции, в том числе функцию логарифма
// (англ. log), которая нам понадобится далее
#include <math.h>

#define FIRST_LED_PIN 2
#define LED_COUNT 10

// Параметр конкретного типа термистора (из datasheet):
#define TERMIST_B 4300

#define VIN 5.0

void setup()
{
  // Цикл for – цикл с предусловием. Задаем переменную-счетчик (int i =
  0),
  // условие выхода из цикла (i < LED_COUNT), пока не пройдемся по всем
  сегментам
  // шкалы; увеличение счетчика на 1 после каждого прохода цикла (++i)
```

```

for (int i = 0; i < LED_COUNT; ++i)
  pinMode(i + FIRST_LED_PIN, OUTPUT);
}

void loop()
{
  // вычисляем температуру в °C с помощью магической формулы.
  // Используем при этом не целые числа, а вещественные. Их ещё
  // называют числами с плавающей (англ. float) точкой. В
  // выражениях с вещественными числами обязательно нужно явно
  // указывать дробную часть у всех констант. Иначе дробная
  // часть результата будет отброшена

  float voltage = analogRead(A0) * VIN / 1023.0;
  float r1 = voltage / (VIN - voltage);

  float temperature = 1./ ( 1./(TERMIST_B)*log(r1)+1./(25. + 273.) ) - 273;

  for (int i = 0; i < LED_COUNT; ++i) {
    // при 21°C должен гореть один сегмент, при 22°C — два и
    // т.д. Определяем должен ли гореть i-й нехитрым способом
    boolean enableSegment = (temperature >= 21+i);
    digitalWrite(i + FIRST_LED_PIN, enableSegment);
  }
}

```

С использованием материалов сайта Вики Амперка
<http://wiki.amperka.ru/>

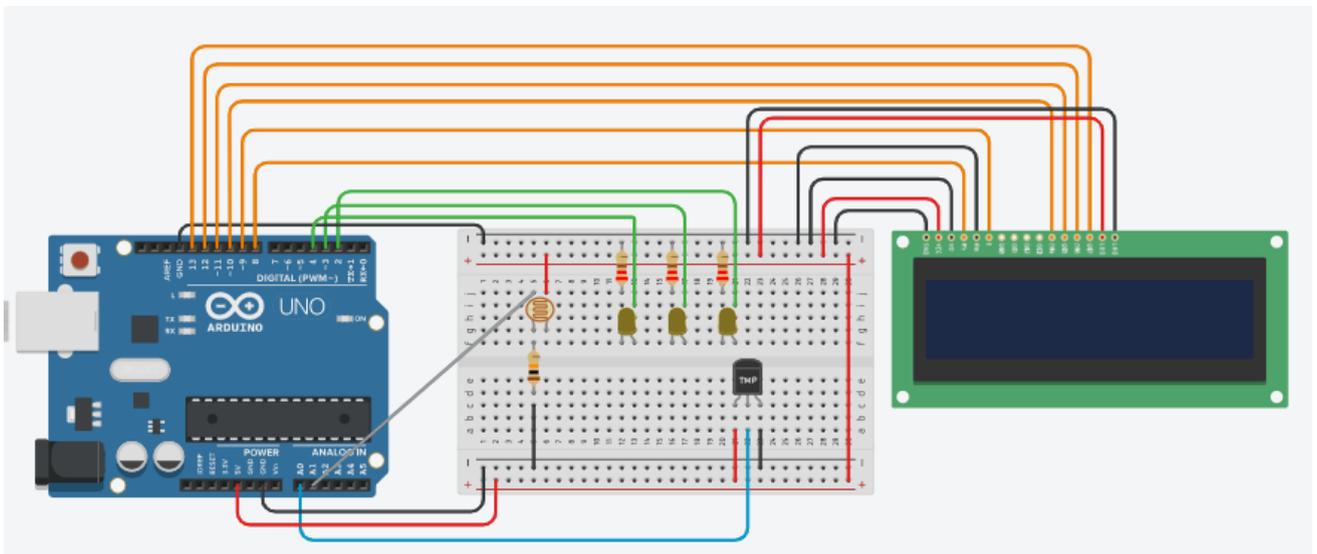
Вариант 3. Прототипирование на макетной плате с Arduino UNO и электронными компонентами. Получение данных с термистора. Вывод данных на LCD-дисплей. Управление освещенностью

Вариант вывода данных с термистора на LCD-экран (текстовый экран 16x2) может быть выполнен как альтернативно первому варианту сборки схемы (шкала), так и в качестве варианта его продолжения с усложнением. Далее представлен вариант с использованием LCD-дисплея.

Датчик фоторезистор помогает определить момент наступления темноты в теплице и включает искусственное освещение в виде светодиодов, если таковое необходимо. Проблематика кейса по теплице может быть дополнена с учетом включения в систему и других датчиков и компонентов (например, необходимость полива растений определяется показаниями датчика влажности почвы и интервалами полива – запускается полив растений; в случае низкой температуры в теплице включается элемент Пельтье для нагревания и т.д.).

Примечание. Для измерения температуры в случае моделирования в TinkerCAD Circuits используется датчик TMP36, в сборке с реальными компонентами – термистор.

Имя	Количество	Компонент
U1	1	Arduino Uno R3
DLED1 DLED2 DLED3	3	Желтый Светодиод
R3 R4 R5	3	220 Ω Резистор
UTMP36	1	Датчик температуры [TMP36]
U3	1	ЖК-экран (16 x 2)
R1	1	Фоторезистор
R2	1	10 к Ω Резистор



К сожалению, среда TinkerCAD Circuits на данный момент не располагает возможностями программирования LCD-дисплея с помощью визуальных блоков, поэтому сразу определим программный код для нашей задачи на языке C.

Скетч `termometr_LCD.ino`

```
// подключаем стандартную библиотеку LiquidCrystal для экрана
#include <LiquidCrystal.h>

// нижний предел температуры,
// до которого не включаем светодиоды
int levelTemp = 0;
```

```
int temperature = 0;

// инициализируем объект-экран, передаём использованные
// для подключения контакты на Arduino в порядке:
// RS, E, DB4, DB5, DB6, DB7
LiquidCrystal lcd(8, 9, 10, 11, 12, 13);

void setup()
{
  // устанавливаем режим вывода для датчика температуры
  pinMode(A0, INPUT);

  // устанавливаем режим вывода для светодиодов
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(2, OUTPUT);

  // устанавливаем размер (количество столбцов и строк) экрана
  lcd.begin(16, 2);
}

void loop()
{
  // Измеряем температуру по Цельсию
  temperature = map(((analogRead(A0) - 20) * 3.04), 0, 1023, 15, 35);
  // считываем уровень освещённости. Кстати, объявлять
  // переменную и присваивать ей значение можно разом
  int lightness = analogRead(A1);

  // очищаем экран от предыдущих записей
  lcd.clear();
  // печатаем первую строку со значением температуры
  lcd.print("Temperature: ");
  lcd.print(temperature);
  lcd.print(" C");

  // устанавливаем курсор в колонку 0, строку 1 для значения
  // на самом деле это вторая строка, т.к. нумерация начинается с нуля
  lcd.setCursor(0, 1);
  // печатаем вторую строку со значением освещенности
  lcd.print("Lightness: ");
  lcd.print(lightness);

  // если освещенность ниже аналогового значения 700
  // значит очень темно, включаем все освещение
  if (lightness < 700) {
    digitalWrite(4, HIGH);
    digitalWrite(3, HIGH);
    digitalWrite(2, HIGH);
  }
}
```

```

}

if (lightness >= 700 && lightness < 800) {
  digitalWrite(4, HIGH);
  digitalWrite(3, HIGH);
  digitalWrite(2, LOW);
}
if (lightness >= 800 && lightness < 900) {
  digitalWrite(4, HIGH);
  digitalWrite(3, LOW);
  digitalWrite(2, LOW);
}
// если освещенность выше значения 900
// значит очень светло, освещение не включаем
if (lightness >= 900) {
  digitalWrite(4, LOW);
  digitalWrite(3, LOW);
  digitalWrite(2, LOW);
}
delay(1000); // Wait for 1000 millisecond(s)
}

```

Приложение 2.

РУКОВОДСТВО УЧАЩЕГОСЯ

Задача: Садовод или фермер не всегда может находиться на своем участке или же масштаб и количество теплиц может быть большим, и может не быть возможности своевременно и в необходимом объеме обеспечивать достаточные условия среды в теплице. Требуется разработать прототип умной теплицы, которая будет поддерживать благоприятную атмосферу для роста и жизни растений без участия фермера.

- Подумайте над предложенной задачей и скажите, в каких ещё ситуациях или для каких лиц может быть полезно её решение?
- Какие показания ещё можно и нужно регулировать помимо влажности почвы и степени освещенности в теплице?
- Какими способами можно организовать удаленное управление теплицей?

Чтобы спланировать работу, ответьте на вопросы:

- Какие роли, знания и навыки нужны членам вашей команды, чтобы разработать такую интеллектуальную систему? На каком уровне вы оцениваете свое владение этими знаниями?
- Каких знаний не хватает для вашей работы и сколько времени, на ваш взгляд, потребуется, чтобы получить недостающие знания в ходе работы?
- Над какими задачами в ходе реализации кейса можно организовать одновременную работу разным членам команды?

Советы:

1. Подумайте, кто еще, кроме Вас, будет пользоваться продуктом?
2. Насколько удобно будет пользоваться умной теплицей в задуманном Вами виде?
3. На какие составные части разбиваются затраты на реализацию продукта? Сколько примерно в целом будет стоить реализация Вашего продукта?
4. Подумайте, какие плюсы и минусы фермер получит, если будет пользоваться вашей умной теплицей?
5. Определите, в чем преимущества Вашей системы по сравнению с другими аналогичными решениями, которые Вы исследовали на занятиях?
6. Какие инструменты Вам понадобятся для разработки умной теплицы?
7. Продолжите фразу: «Чем тщательнее я выполняю подготовительную работу, тем».
8. Почему важно эстетично визуализировать Ваш продукт?
9. В каком виде следует располагать электронику в прототипе, чтобы он был компактным и эстетичным?
10. В каком виде и на основе каких материалов лучше всего на первых этапах создавать макет прототипа для того, чтобы оценить его внешний вид, форму, эргономику, удобство использования и понять, верно ли была выбрана данная концепция реализации?

ДОРАБОТКА ПРОТОТИПА

На данном этапе вы разработали умную теплицу, которая поддерживает благоприятную атмосферу для роста и жизни растений без участия фермера. Подумайте, в каком виде может быть доработана теплица в дальнейшем, чтобы возможно было её использование всеми фермерами страны, чтобы это было дешево и удобно.

РЕФЛЕКСИЯ

1. Какие сильные и слабые стороны собранной теплицы Вы находите?
2. Какие недостатки всё еще присутствуют в теплице и каким образом её дополнительно можно модернизировать?
3. Какие ограничения и недостатки использованных в теплице датчиков и других электронных компонентов имеются? Как их можно преодолеть?
4. Насколько команде удалось справиться с целью, поставленной при разработке умной теплицы? Какие трудности возникли? Насколько полно удалось реализовать идею?
5. Насколько корректно функционирует разработанная умная теплица?
6. Какие положительные моменты в ходе командной работы вы получили? Легко ли было договариваться с другими членами команды в ходе работы?