

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	5
1.1 Состав устройства.....	5
1.2 Микроконтроллеры	5
1.3 Датчики температуры	6
1.4 Датчики влажности.....	6
1.5 Устройства отображения информации.....	7
1.6 Устройства управления	7
1.7 Устройства индикации	8
1.8 Модули измерения веса.....	9
2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА.....	10
2.1 Постановка задачи	10
2.2 Определение компонентов структуры устройства.....	10
2.3 Взаимодействие компонентов устройства	11
3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ, ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА.....	12
3.1 Обоснование выбора микроконтроллеров	12
3.2 Обоснование выбора датчика температуры	12
3.3 Обоснование выбора датчика влажности.....	12
3.4 Обоснование выбора устройства отображения информации.....	13
3.5 Обоснование выбора устройства управления.....	13
3.6 Обоснование выбора устройств индикации.....	13
3.7 Обоснование выбора устройства измерения веса	13
4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА	15
4.1 Расчёт мощности элементов схемы	15
4.2 Расчёт нагрузки светодиодов.....	16
4.3 Микроконтроллеры	17
4.4 Датчик температуры.....	17
4.5 Датчик влажности.....	17
4.6 Устройство отображения информации	17
4.7 Устройство управления.....	18
4.8 Устройство индикации.....	18
4.9 Устройство измерения веса	18
5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	19
5.1 Требования к разработке программного обеспечения	19
5.2 Блок-схема алгоритма	19
5.3 Исходный код программы устройства контроля параметров древесных изделий	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	21
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	22
ПРИЛОЖЕНИЕ А	24
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	25
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	27
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	28
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	33
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	34

ВВЕДЕНИЕ

Темой данного курсового проекта является разработка микропроцессорного устройства на базе микроконтроллера. Для реализации было выбрано устройство контроля параметров деревянных изделий.

В современном мире, на фоне растущего интереса к устойчивым и экологически чистым материалам, деревянные изделия становятся все более популярными в различных областях человеческой деятельности. Дерево обладает уникальными характеристиками, такими как прочность, эстетичность и природная красота, что делает его незаменимым материалом в производстве мебели, строительстве, искусстве и многих других сферах.

Однако, чтобы максимально использовать деревянные изделия, необходимо строго контролировать их параметры. В данной проекте будет осуществляться контроль такого параметра как вес, для этого будет использоваться тензодатчик. Он предоставляет возможность точного контроля веса, что позволяет получить наиболее достоверные данные.

Для более эффективной и удобной работы на устройство также будут установлены датчик внешней влажности и температуры. Они позволят определять в каких условиях находится в данный момент измеряемое деревянное изделие.

В качестве основного вычислительного элемента устройства будет использована плата Arduino UNO на базе микроконтроллера ATmega328. Выбор в сторону данного контроллера был произведен в связи с наличием таких плат и основных элементов для их работы, а также опыта разработки программного обеспечения для данного типа микроконтроллеров. Разработка программного обеспечения будет происходить в интегрированной среде разработки для Windows Arduino IDE 1.8.16. В данной среде есть все необходимое для написания программного обеспечения с последующей загрузки на плату.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ДРЕВЕСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

1.1 Состав устройства

Разрабатываемое микропроцессорное устройство выполняет функции контроля параметров деревянных изделий, которое управляется по средствам органов управления, измерения веса изделия, определения температуры окружающей среды, измерения влажности окружающей среды, а также информирует пользователя о всех измеряемых параметрах с помощью дисплея. Для решения этих задач в состав устройства должны входить:

- микроконтроллер
- датчик влажности
- датчик температуры
- датчик веса
- светодиоды для индикации
- устройства управления
- устройство отображения информации

1.2 Микроконтроллеры

Существует огромное разнообразие плат с разными микроконтроллерами. Все они отличаются размерами, параметрами, предустановленными интерфейсами и выполняемыми задачами. Для сравнения был выбраны микроконтроллеры ATmega2560-16AU, stm32f103rbt6, ATmega328, используемый в плате Arduino UNO и аналоги других производителей. Результаты сравнения приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 — Сравнение микроконтроллеров

Микроконтроллер	ATmega328	ATmega2560-16AU	stm32f103rbt6
Рабочее напряжение	5 В	5 В	3,3 В
Входное напряжение (рекомендуемое)	7 – 12 В	7 – 11 В	2 – 3,6 В
Входное напряжение (предельное)	6 – 20 В	6 – 20 В	9-30 В
Флэш-память	32 Кб	256 Кб	128 Кб
ОЗУ	2 Кб	8 Кб	20 Кб
Цифровые входы/выходы	14 шт	54 шт	15 шт
Аналоговые входы/выходы	6 шт	16 шт	6 шт
Рабочая температура	от -25 до +85 °С	от -40 до +85 °С	от -25 до +85 °С

Для получения более подробной информации о рассмотренных микроконтроллерах использовались источники [4, 5, 6].

1.3 Датчики температуры

На сегодняшний день можно найти большое количество различных датчиков температуры. Для более точного определения условий в которых находится изделие датчик должен иметь достаточно широкий диапазон измерений. Из всего множества для сравнения были выбраны три наиболее подходящих (DS18B20, BMP180 и LM35). Результаты полученного сравнения приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 — Сравнение датчиков температуры

Параметры сравнения	DS18B20	BMP180	LM35
Протокол связи	однопроводной	12C	аналоговый
Напряжение питания	От 3 до 5,5 В	От 3,3 до 5 В	От 4 до 30 В
Потребляемый ток(в режиме ожидания)	750 нА	0,1 мкА	< 60 мкА
Потребляемый ток(в режиме опроса)	1 мА	5 мкА	60 мкА
Температурный диапазон	От -55 до 125 °C	От 0 до 65 °C	От -55 до 150 °C
Погрешность	±0,5°C	±0,5°C	±0,5°C

Для получения точной информации о данных датчиках использовалась техническая спецификация [8, 9, 10].

1.4 Датчики влажности

Для определения влажности окружающей среды целесообразно выбрать достаточно точный датчик, с широким диапазоном измерений. Наиболее распространёнными моделями датчиков влажности являются **DHT11** и **DHT22** с шиной 1BUS, датчик влажности **BME280** с шиной I2C. В таблице 1.3 приведены их сравнительные характеристики.

Таблица 1.3 — Сравнение датчиков влажности

Параметры сравнения	DHT11	DHT22	BME280
Питание	3,0 – 5,5 В	3,3 – 5,5 В	1,8 – 5,5 В
Шина	1BUS	1BUS	SPI, I2C

Таблица 1.4 — Сравнение датчиков влажности

Диапазон измерений	от 20% до 90% RH	от 0% до 99.9% RH	от 0% до 100% RH
Шаг измерения	1.0% RH	0.1% RH	0.008% RH
Точность измерений	±5.0% RH	±2.0~5.0%	±3.0% RH

Для получения характеристик о данных датчиках использовались источники [11, 12, 13].

1.5 Устройства отображения информации

Для информирования пользователей о текущих режимах работы необходимо предусмотреть устройство для отображения информации.

Для сравнение были выбраны наиболее распространенные устройства отображения информации, такие как LCD 1602, LCD 2004, OLED 128x64. Дисплеи LCD 1602 и LCD 2004 работают по одному принципу, их детальное сравнение приведено в таблице 1.4.

Таблица 1.4 — Сравнение устройств отображения информации

Параметры сравнения	OLED 128x64	LCD 2004	LCD 1602
Тип дисплея	OLED	LCD	LCD
Напряжение питания	5 В	5 В	5 В
Тип подсветки	OLED	LED	LED
Рабочая температура	от -20 до +70 °C	от -20 до +70 °C	от -20 до +70 °C
Контроллер	SSD1306	HD44780	HD44780
Формат выводимой информации	128x64	20x04 символов	16x02 символов
Угол обзора	160°	180°	180°

Для получения точной информации о данных устройствах использовалась техническая спецификация [14, 15] и источник [16].

1.6 Устройства управления

Существует большое количество устройств для управления совместимые с микроконтроллером. Для удобства управления устройством была выбрана обычная кнопка.

Для сравнения были выбраны модули кнопка, мембранная клавиатура 1x4, кнопочная матрица 4x4. Результаты сравнения представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 — Сравнение устройств управления

Параметры сравнения	Кнопочная матрица 4x4	Кнопка	Мембранная клавиатура 1x4
Напряжение питания	До 35 В	От 3,0 – 5,5 В	До 35В
Потребляемый ток	100 мА	< 1 мА	100 мА
Время срабатывания	до 5 мс	5 мс	5 мс
Рабочая температура	от 0 до +75 °С	От -30 до +70	от 0 до +75 °С
размер	4,3x3,92x1,14	10x10x20	70x20x1

Для получения информации о данных устройствах использовалась техническая спецификация [17] и источники [18, 19].

1.7 Устройства индикации

Для индикации включения и выбора режима работы микропроцессорного устройства были выбраны светодиоды. Существует большое количество различных светодиодов, которые имеют совершенно разные характеристики, такие как цвет, мощность, и соответственно разное потребление.

Для сравнения были выбраны светодиоды Arlight 019586, Alright 013594, Alright 028915, все они имеют разные показатели яркости, углы излучения и цвета.

Таблица 1.6 — Сравнение устройств отображения информации

Параметры сравнения	Зелёный светодиод	Жёлтый светодиод	Светодиод 0805
Размер	3x6 мм	3x6 мм	2x1.25 мм
Цвет	зелёный	жёлтый	Голубой
Угол излучения	45°	45°	130°
Сила света	800 – 1000 мкд	800 – 1000 мкд	120 мкд
Напряжение	3 – 5 В	3 – 5 В	< 5В

Для получения информации о данных устройствах использовалась техническая спецификация и источники [21, 20].

1.8 Модули измерения веса

Существует большое количество тензорезистивных датчиков для измерения веса, разных форм и массы, которую они могут измерить.

Для сравнения был выбран датчик типа мост, который представляет собой брусок алюминия с 4 отверстиями для крепления и максимальным весом до 5кг. Так же была выбрана единственная в своём роде плата АЦП НХ711 которая фиксирует изменения значения резисторов и преобразует в вес, характеристики АЦП НХ711 представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 — Сравнение модулей измерения веса

Параметры сравнения	АЦП НХ711
Напряжение питания	5 В
Потребляемый ток	до 10 мА
Размеры	34 x 21 мм
Разрядность	24 бит
Частота измерений	10/80 Гц

Для получения информации о данных модулях использовались источники [22].

2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА

2.1 Постановка задачи

Для того, чтобы составить структуру разрабатываемого устройства, необходимо выделить функции, которые будет выполнять устройство, затем определить компоненты и связь между ними исходя из данных функций. Результаты можно посмотреть на структурной схеме, представленной в приложении А.

В рамках данного курсового проекта необходимо разработать устройство контроля параметров древесных изделий. Для реализации было выбрано устройство, тип весов с дополнительными функциями. Исходя из этого, были выделены следующие функции, которые должно выполнять данное устройство:

- Измерение веса деревянных изделий.
- Измерение внешней температуры.
- Измерение внешней влажности.
- Модуль индикации.
- Отображение информации на дисплее.
- Блок управления.
- Микроконтроллер.
- Блок питания.

2.2 Определение компонентов структуры устройства

Компоненты структуры микропроцессорного устройства выбираются с учетом поставленных задач. Проанализировав выделенные функции, можно определить следующие ключевые компоненты:

- 1) Датчики влажности - для измерения влажности окружающей среды.
- 2) Датчики температуры окружающей среды - для контроля внешней температуры.
- 3) Микроконтроллер - ключевой компонент, осуществляющий обработку данных и управление всеми подсистемами.
- 4) Дисплей - для отображения результатов измерений и параметров.
- 5) Датчик измерения веса - для измерения веса деревянных изделий.
- 6) Модуль управления – для управления устройством.
- 7) Модуль индикации – для индикации состояния устройства.
- 8) Модуль питания – источник питания схемы.

2.3 Взаимодействие компонентов устройства

Микропроцессорное устройство контроля параметров деревянных изделий взаимодействует следующим образом:

- Датчики собирают данные о внешней влажности и температуры, веса древесных изделий.
- Собранные данные передаются микроконтроллеру для обработки.
- Микроконтроллер анализирует данные и сравнивает их с заданными стандартами качества.
- При включении устройства микроконтроллер активирует моргание диода и соответствующие уведомления на дисплее.
- Пользователь может взаимодействовать с устройством с помощью модуля управления, настраивать параметры контроля и просматривать результаты измерений.

Таким образом, микропроцессорное устройство контроля параметров деревянных изделий обеспечивает надежный и точный контроль качественных характеристик древесины, что может быть весьма полезным в производственных и строительных отраслях, способствуя улучшению качества продукции и оптимизации процессов контроля.

3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ, ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

3.1 Обоснование выбора микроконтроллеров

В данной курсовом проекте в качестве контроллера могла быть использована любая плата из представленных в таблице 1.1 так как устройство не требует больших затрат в памяти и мощности для корректной работы. Контроллеры ATmega2560-16AU и STM3232f103rbt6 превосходят ATmega328 по памяти и мощности, но имеют большую стоимость. Так же у ATmega2560-26AU больше всего ОЗУ и входов/выходов.

Исходя из вышеперечисленного в данном проекте используется микроконтроллер ATmega328 так как он полностью подходит под поставленные задачи. Данный контроллер был выбран также по причине доступности, наличия опыта разработки под данный тип микроконтроллеров и большого количество общедоступной информации в интернете.

3.2 Обоснование выбора датчика температуры

Рассмотрев сравнительные характеристики датчиков температуры, представленных в таблице 1.2 обзора литературы, видно, что все датчики имеют одинаковое напряжение питания и погрешность. Было принято решение выбрать датчик DS18B20 так как он имеет больший температурный диапазон измерения, наиболее подходящий протокол связи, компактные размеры и простоту подключения.

3.3 Обоснование выбора датчика влажности

В таблице 1.3 обзора литературы приведены сравнения наиболее распространенных датчиков влажности. Как видно из сравнения, все они имеют схожие характеристики и отличаются шиной, точностью измерения и диапазоном измерения. Для работы устройства подойдут диапазоны измерений всех датчиков так как само устройство не проектируется для работы в экстремальных условиях, поэтому данный параметр при выборе датчиков можно упустить. В связи с удобством работы в данном проекте используется датчик влажности DHT22, так как он имеет шину 1BUS и шаг измерения 0.1% RH, что поможет более точно провести измерения. Также данная модель датчика была выбрана по причине высокой точности измерения - $\pm 2.0 \sim 5.0\%$.

3.4 Обоснование выбора устройства отображения информации

После сравнения устройств отображения информации(см. таблицу 1.4) при выборе можно исключить устройство OLED 128x64 так как он имеет более низкий угол обзора по сравнению с остальными моделями, что является очень важным показателем. Так же устройство OLED 128x64 имеет достаточно высокую цену и недолговечность работы.

Проанализировав оставшиеся два датчика (LCD 2004 и LCD 1602), было принято решение выбрать датчик LCD 1602 из-за ненадобности вывода большого количества информации на дисплей. По остальным параметрам, таким как тип дисплея, напряжение питания, тип подсветки, рабочая температура, контроллер и угол обзора данные датчики имеют одинаковые характеристики.

3.5 Обоснование выбора устройства управления

После анализа устройств управления, представленных в таблице 1.5 обзора литературы видно, что модуль кнопочная матрица 4x4 хоть и не лучшие характеристики, по сравнению с ТТР223 и мембранной клавиатурой 1x4, но отлично подходит для наших целей.

Устройство определенно имеет больший функционал, но в данном проекте его наличие не обязательно так как у данного проекта небольшой функционал. Также данные модули были выбраны по причине наименьшего времени срабатывания и простоты взаимодействия.

3.6 Обоснование выбора устройств индикации

В данном устройстве будут использованы простые светодиоды зелёного и жёлтого цветов. Характеристики сравниваемых светодиодов приведены в таблице 1.6 обзора литературы. Исходя из данного сравнения были выбраны светодиоды с напряжением питания 3 – 5 В, так как они имеют более подходящий диапазон напряжения питания, более высокую силу света и простую форму, что даёт возможность простой установки.

3.7 Обоснование выбора устройства измерения веса

В качестве модуля измерения веса в данном курсовом проекте будет использован тензорезистивный датчик, прямоугольной формы. Его характеристики представлены в таблице 1.7 обзора литературы.

Модуль измерения веса работает с помощью тензорезисторов, которые растягиваются за счёт скручивания бруска алюминия и изменяют своё

сопротивление. Так же для считывания этих данных и передачи на микропроцессорное устройство будет использован аналогово-цифровой преобразователь НХ711.

4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

4.1 Расчёт мощности элементов схемы

Потребляемая мощность разрабатываемого устройства равна сумме мощностей, потребляемых его элементами. Расчет мощности элементов схемы устройства управления и самого устройства представлены в таблице 4.1 и 4.2 соответственно.

Таблица 4.1 – Расчет мощности элементов схемы устройства управления

Блок	U, В	I, мА	Кол-во	P, мВт
Микроконтроллер Arduino UNO R3	5	22	1	110
Кнопка	5	15	1	75
Светодиод	5	20	4	400
Суммарная мощность, мВт				585

В реализованной схеме используются микроконтроллер Arduino UNO R3, 4 светодиода и кнопка.

Таким образом потребляемая мощность будет равна:

$$P = 5 \cdot 22 + 5 \cdot 15 + 5 \cdot 8 \cdot 4 = 585 \text{ мВт.}$$

Учитывая поправочный коэффициент в 20%, максимальная потребляемая мощность составит 702 мВт.

Рассчитаем потребляемый ток:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{0.585}{5} = 0.117 \approx 0.12 \text{ А}$$

Таблица 4.2 – Расчет мощности элементов схемы устройства

Блок	U, В	I, мА	Кол-во	P, мВт
Микроконтроллер Arduino UNO R3	5	22	1	110
Датчик температуры DS18B20	5	1	1	5
Датчик влажности DHT22	5	2,5	1	12,5
Дисплей LCD 1602	5	45	1	225
АЦП НХ711	5	10	1	50
Кнопка	5	1	1	5
Светодиод	5	20	4	100
Суммарная мощность, мВт				507,5

В реализованной схеме используются микроконтроллер Arduino UNO R3, датчик температуры DS18B20, датчик влажности DHT22, Дисплей LCD 1602, АЦП НХ711, кнопка и 4 светодиода.

Таким образом потребляемая мощность будет равна:

$$P = 5 \cdot 22 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 2,5 + 5 \cdot 45 + 5 \cdot 10 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 20 = 507,5 \text{ мВт.}$$

Учитывая поправочный коэффициент в 20%, максимальная потребляемая мощность составит 609 мВт.

Рассчитаем потребляемый ток:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{0.609}{5} = 0.1218 \approx 0.122 \text{ А}$$

4.2 Расчёт нагрузки светодиодов

В данном курсовом проекте используется четыре светодиода различных цветов, подключенные к соответствующим пинам микроконтроллера (см. рисунок 4.2).

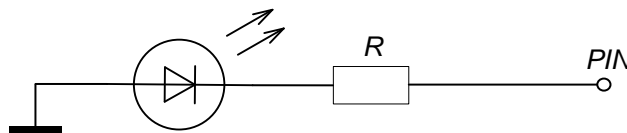


Рисунок 4.2 — Схема подключения светодиодов

Для ограничения тока светодиода используется резистор номиналом, рассчитываемым по следующей формуле:

$$R = \frac{U_{\Pi} - U_{\text{Д}}}{I_{\text{ПР}}},$$

где U_{Π} – напряжения питания, $U_{\text{Д}}$ – напряжение, падающее на светодиоде, $I_{\text{ПР}}$ – прямой ток светодиода.

В проекте используются светодиоды белого, желтого и зеленого цветов, со следующими параметрами: $I_{\text{ПР}} = 20 \text{ мА}$. $U_{\text{Д}} = 1 \text{ В}$.

Получаем:

$$R = \frac{5 - 1}{20 \cdot 10^{-3}} = 200 \text{ Ом.}$$

Следовательно, для того, чтобы светодиод не перегорел он должен быть подключён через резистор с сопротивлением не менее 200 Ом, однако если взять слишком большое сопротивление, то светодиод будет гореть очень слабо, поэтому в данном проекте светодиоды подключаются через резисторы сопротивлением 220 Ом.

4.3 Микроконтроллеры

Информация о выбранном микроконтроллере Arduino UNO представлена в пункте 3.1 раздела 3.

Микроконтроллер соединен со всеми модулями схемы через аналоговые или цифровые входы и выходы.

В схеме с устройством управления к цифровому выходу D3 подключена кнопка.

В схеме устройства контроля параметров древесных изделий датчик температуры подключен к цифровому входу D4, датчик влажности к цифровому входу D2, тензодатчик подключен через АЦП HX711 к цифровым входам D5 и D6. Дисплей подключен к Arduino через аналоговые выходы A4 и A5, а светодиоды через цифровые выходы D8, D9, D10 и D13. Данный микроконтроллер на обоих схемах питается от напряжения 5 В.

4.4 Датчик температуры

Информация о выбранном датчике температуры DS18B20 представлена в пункте 3.2 раздела 3. Данный датчик подключен к цифровому входу микроконтроллера D4 и питается от напряжения 5 В, между D4 и 5 В установлен резистор на 4,7 кОм, это обусловлено тем, что по одному и тому же проводу можно было как принимать так и передавать данные, для этого необходимо выполнять эти действия с разным уровнем управляющего сигнала. Так требуется, что бы управляющий сигнал был повышен, а ведущее устройство (контроллер) могло понизить его, что бы запросить данные. И наоборот, что бы ведомое устройство могло понизить сигнал и передать данные, необходимо понизить управляющий сигнал.

4.5 Датчик влажность

Информация о выбранном датчике влажности представлена в пункте 3.3 раздела 3. Данный датчик в схеме питается от напряжения 5 В. К цифровому входу D2 микроконтроллера подключен выход датчика, через который поступает информация.

4.6 Устройство отображения информации

Информация об выбранном устройстве отображения информации представлена в пункте 3.4 раздела 3. Данный дисплей подключается к

контроллеру с помощью большого количества выходов, а точнее 12. Для упрощения подключения и исключения большого количество проводов, дисплей будет подключаться с помощью интерфейсного модуля I2C, который припаивается сзади дисплея ко всем 16 входам и имеет всего 4 выхода. Через модуль дисплей подключается через 2 выхода SDA и SCL, к аналоговым входам микроконтроллера A4 и A5. Питается датчик от напряжения 5 В.

4.7 Устройство управления

Информация о выбранных устройствах управления представлена в пункте 3.5 раздела 3.

На устройстве управления используется обычная тактовая кнопка, которая подключается к цифровому выходу D3 и заземляющему выходу GND.

4.8 Устройство индикации

Информация о выбранных светодиодах представлена в пункте 3.6 раздела 3. Светодиоды подключаются к заземляющему выходу GND и к цифровым выходам D8, D9, D10, D13. Для корректной работы подключение к цифровым выходам происходит через резистор, исходя из пункта 4.2, номиналом 220 Ом.

4.9 Устройство измерения веса

Информация о выбранном устройстве измерения веса представлена в пункте 3.7 раздела 3. Тензорезистивный датчик подключается к входам АЦП HX711 следующим образом: красный провод к E+, чёрный провод к E-, белый провод к A- и зелёный провод к A+. Для подключения АЦП HX711 используются выходы GND, VCC которые подключаются к заземляющему выходу GND и выходу 5В соответственно. Для обмена информацией выходы АЦП DT и SCK подключаются к цифровым входам микроконтроллера D5 и D6.

5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

5.1 Требования к разработке программного обеспечения

Разработанное микропроцессорное устройство собирает информацию о трех параметрах: вес деревянного изделия, влажность и температура окружающей среды.

Устройство работает следующим образом. При включении устройства контроля параметров древесных изделий загорается светодиод, который сигнализирует о том, что питание подключено. Когда устройство включилось, самостоятельно включается первый режим работы в котором измеряется и передаётся на контроллер значения веса взвешиваемого изделия. Затем полученная информация выводится на дисплей.

В течении всего времени устройство анализирует показания с датчиков и кнопки управления. При получении информации о нажатии на кнопку управления устройство переключает режим отображения, который начинает выводить значения следующего режима. При изменении режима отображения информации над кнопкой переключения режимов загорается соответствующий режиму светодиод.

5.2 Блок-схема алгоритма

Блок-схема — это схематичное представление процесса, системы или компьютерного алгоритма. Блок-схемы часто применяются в разных сферах деятельности, чтобы документировать, изучать, планировать, совершенствовать и объяснять сложные процессы с помощью простых логичных диаграмм.

Рассмотрим блок-схему алгоритма программного обеспечения данного курсового проекта, представленную в приложении Г.

В приложении представлена блок схема алгоритма устройства. Блоки 2 – 4 представляют собой подготовку программы для дальнейшей работы (инициализация переменных и определение модулей, подключенных к микроконтроллеру). Ключевыми являются блоки 5 – 20, которые реализуют саму логику программы в бесконечном цикле. В блоках 12 – 15, 16 – 19, 20 – 23, происходит получение данных с датчиков веса, температуры и влажности соответственно и вывод полученных значений на дисплей. В блоках 6 – 11 анализируется нажатие кнопки и соответственно выбора режима работы устройства и, при необходимости, включается соответствующая индикация.

5.3 Исходный код программы для устройства контроля параметров древесных изделий

Пульт дистанционного управления считывает показания с двухосевых джойстиков, а затем преобразует данные для быстрой и удобной отправки по радиоканалу. Исходный код программного обеспечения под данное устройство можно найти в приложении Д (строки 1 – 53).

Функция `void setup()` (строки 53 – 95) необходима для начальной настройки контроллера, здесь задаются входные и выходные пины, а так же другие настройки. В данном случае эта функция запускает датчики, задаются пины цифровых выходов к которым подключены светодиоды.

Функция `void loop()` (строки 182 – 194) является главной, циклической функцией и работает на протяжении всей работы микроконтроллера. Здесь задается основная логика работы микроконтроллера. На начальном этапе работы функции обнуляются входные значения, а также включает цикл считывания нажатия кнопки, для того что бы в любой момент времени был доступ к переключению режимов. Так, же он считывает и переключает светодиоды в зависимости от выбранного режима. Затем, после считывания нажатия цикл переходит к соответствующей режиму функции.

Функция `void Temperature()` (строки 97 – 128) реализует логику взаимодействия с датчиком температуры, здесь происходит считывание информации (строка 104) с последующей конвертацией в нужный нам вид и вывод информации на дисплей.

Функция `void Humidity()` (строки 130 – 145) реализует логику взаимодействия с датчиком влажности я. В строках 134 – 137 происходит процесс считывания данных с датчика с проверкой работоспособности датчика. В строках строки 139 – 143 происходит вывод полученной информации на дисплей.

Функция `Void Weight()` (строки 150 – 180) реализует логику работы датчика веса. В строках 156 – 157 происходит обнуление переменной и считывание значения с АЦП НХ711. Далее в строках 159 – 162 переменная проверяется на отрицательное значение и незначительные изменения. Строки 152 – 154 и 176 – 178 производят вывод значений на дисплей.

Функция `class button` – позволяет при нажатии кнопки убратьдребезг, что бы избежать случайное срабатывание кнопки при её нажатии или отпуске.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы над данным курсовым проектом было разработано работоспособное микропроцессорное устройство контроля параметров древесных изделий со своим программным обеспечением. Устройство отслеживает показания температуры и влажности в среде, вес любого деревянного изделия. Помимо этого, осуществляется анализ полученных значений, вывод их на дисплей и индикация. Данный проект был спроектирован в соответствии с поставленными задачами, весь функционал был реализован в полном объеме.

Разработанное микропроцессорное устройство обладает следующими достоинствами: относительно низкая стоимость, простота реализации и сборки. Однако существенным недостатком является необходимость в написании собственного программного обеспечения для взаимодействия со всеми подключенными датчиками и анализа полученных данных.

В дальнейшем планируется усовершенствование данного курсового проекта. Одним из таких улучшений является оптимизация алгоритма анализа полученных данных, улучшение питания, а также создание более дружелюбного интерфейса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1]. Вычислительные машины, системы и сети: дипломное проектирование (методическое пособие) [Электронный ресурс] : Минск БГУИР 2019. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_136308.pdf
- [2]. Документация Arduino [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://docs.arduino.cc/>
- [3]. Геддес, М. 25 крутых проектов с Arduino / М. Геддес ; [пер. с англ. М. А. Райтмана]. – Москва : Эксмо, 2019. – 272 с.
- [4]. ATmega 328 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf – Дата доступа: 20.10.2023
- [5]. ATmega2560-16AU – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/352693/ATMEL/ATMEGA2560-16AU.html> – Дата доступа: 20.10.2023
- [6]. stm32f103rbt6 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://data.electronshik.ru/pdf/pdf/o/olimexino-stm32.pdf> – Дата доступа: 20.10.2023
- [7]. Статья – Датчики [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.electrolibrary.info/subscribe/sub_16_datchiki.htm – Дата доступа: 19.10.2023
- [8]. DS18B20 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://datasheetspdf.com/datasheet/search.php?sWord=ds18b20&gclid=CjwKCAiAu9yqBhBmEiwАНТх5p8mmyzAaa8LcLPqeVLQWlzp6WBvKQcHPNHZf64E60XotMy4D4trU_xoC5OcQAvD_BwE – Дата доступа: 20.10.2023
- [9]. BMP180 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://iarduino.ru/lib/datasheet%20bmp180.pdf> – Дата доступа: 20.10.2023
- [10]. BME280 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.waveshare.com/w/upload/7/75/BME280_Environmental_Sensor_User_Manual_EN.pdf – Дата доступа: 20.10.2023
- [11]. DHT11 – [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://components101.com/sensors/dht11-temperature-sensor/> – Дата доступа: 20.10.2023
- [12]. DHT22 — датчик влажности [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf> – Дата доступа: 20.10.2023

[13]. BME 280 для Arduino [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: [https://www.waveshare.com/w/upload/7/75/BME280 Environmental Sensor User Manual EN.pdf](https://www.waveshare.com/w/upload/7/75/BME280%20Environmental%20Sensor%20User%20Manual%20EN.pdf) – Дата доступа: 25.10.2023

[14]. OLED 128x64 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.vishay.com/docs/37902/oled128o064dbpp3n00000.pdf> – Дата доступа: 28.10.2023

[15]. LCD 1602 Datasheet [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: [https://www.waveshare.com/datasheet/LCD en PDF/LCD1602.pdf](https://www.waveshare.com/datasheet/LCD_en_PDF/LCD1602.pdf) – Дата доступа: 28.10.2023

[16]. LCD 2004 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://iarduino.ru/file/433.html/> – Дата доступа: 28.09.2023

[17]. Кнопочная матрица 4x4 – [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://arduino-kit.ru/product/matrichnaya-16-knporochnaya-klaviatura-4h4> – Дата доступа: 01.10.2023

[18]. Кнопка для Arduino [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/knopka-arduino/> – Дата доступа: 01.10.2023

[19]. Мембранная клавиатура 1x4 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://umnaya-elektronika.ru/moduli/drugie-moduli/klaviatura-membrannaya-1-h-4/> – Дата доступа: 01.10.2023

[20]. Подключение светодиода к арудино [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://arduinomaster.ru/uroki-arduino/podklyuchenie-svetodioda-k-arduino/> – Дата доступа: 02.10.2023

[21]. Диод 0805 (для Arduino) [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://kompoled.by/product/?selected_product=37419 – Дата доступа: 02.10.2023

[22]. АЦП HX711 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://wiki.iarduino.ru/page/hx_711_with_tenzo/ – Дата доступа: 02.10.2023

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Схема структурная

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Схема функциональная

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Схема принципиальная

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

Схема программы

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное)

Листинг кода

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <EncButton.h>
#include <DHT.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <HX711_ADC.h>                                // Подключаем
библиотеку HX711 для работы с АЦП hx711

HX711_ADC LoadCell(5, 6);          // parameters: dt pin, sck pin
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);  // Устанавливаем дисплей
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT22

#define ONE_WIRE_BUS 4
#define TEMPERATURE_PRECISION 9

class button {
public:
    button (byte pin) {
        _pin = pin;
        pinMode(_pin, INPUT_PULLUP);
    }
    bool click() {
        bool btnState = digitalRead(_pin);
        if (!btnState && !_flag && millis() - _tmr >= 100) {
            _flag = true;
            _tmr = millis();
            return true;
        }
        if (!btnState && _flag && millis() - _tmr >= 500) {
            _tmr = millis ();
            return true;
        }
        if (btnState && _flag) {
            _flag = false;
            _tmr = millis();
        }
        return false;
    }
private:
    byte _pin;
    uint32_t _tmr;
    bool _flag;
};
```

```

button btn1(3);

OneWire ds(ONE_WIRE_BUS);
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

int temp = 1;

void setup() {

    lcd.init();
    lcd.backlight(); // Включаем подсветку дисплея
    lcd.print("LOADING...");
    pinMode(13, OUTPUT);
    pinMode(8, OUTPUT);
    pinMode(9, OUTPUT);
    pinMode(10, OUTPUT);
    digitalWrite(13, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(13, LOW);
    delay(300);
    digitalWrite(13, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(13, LOW);
    delay(300);
    digitalWrite(13, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(13, LOW);
    delay(300);
    digitalWrite(13, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(13, LOW);
    delay(300);
    digitalWrite(13, HIGH);
    delay(300);
    digitalWrite(13, LOW);
    delay(300);

    Serial.begin(9600);

    LoadCell.begin(); // start connection to HX711
    LoadCell.start(1000); // load cells gets 2000ms of time to stabilize
    LoadCell.setCalFactor(224.98);

    dht.begin();
    lcd.clear();
    pinMode(3, INPUT_PULLUP);

    digitalWrite(8, HIGH);

```

```

}

void Temperature() {

    // Определяем температуру от датчика DS18B20
    byte data[2]; // Место для значения температуры

    ds.reset(); // Начинаем взаимодействие со сброса всех предыдущих команд и
    параметров
    ds.write(0xCC); // Даем датчику DS18B20 команду пропустить поиск по адресу.
    В нашем случае только одно устройство
    ds.write(0x44); // Даем датчику DS18B20 команду измерить температуру. Само
    значение температуры мы еще не получаем - датчик его положит во внутреннюю
    память

    delay(100); // Микросхема измеряет температуру, а мы ждем.

    ds.reset(); // Теперь готовимся получить значение измеренной температуры
    ds.write(0xCC);
    ds.write(0xBE); // Просим передать нам значение регистров со значением
    температуры

    // Получаем и считываем ответ
    data[0] = ds.read(); // Читаем младший байт значения температуры
    data[1] = ds.read(); // А теперь старший

    // Формируем итоговое значение:
    //   - сперва "склеиваем" значение,
    //   - затем умножаем его на коэффициент, соответствующий разрешающей
    способности (для 12 бит по умолчанию - это 0,0625)
    float TEMPERATURE = ((data[1] << 8) | data[0]) * 0.0625;

    // Выводим полученное значение температуры
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("TEMPERATURE    ");
    lcd.setCursor(0,8);
    lcd.print(TEMPERATURE);
    lcd.print(char(223));
    lcd.print(char(67));
}

void Humidity() {

    delay(100);

    float humidity = dht.readHumidity();
    if (isnan(humidity)) {
        lcd.print("Failed DHT22");
    }
}

```

```

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("HUMIDITY      ");
    lcd.setCursor(0,8);
    lcd.print(humidity);
    lcd.print("%   ");
}

float temp1 = 0.0;
float temp2 = 0.0;
float temp3 = 0.0;
float i = 0.0;
void Weight() {

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("WEIGHT      ");
    lcd.setCursor(0, 8);
    temp1 = i;
    LoadCell.update(); // retrieves data from the load cell
    i = LoadCell.getData(); // get output value

    temp2 = i;
    temp3 = temp2 - temp1;
    if(abs(temp3) < 0.1) {i = temp1;} else i = temp2;
    if(i < 1) {i = 0;}

    if (i < 0)
    {
        i = i * (-1);
    }
    else
    {
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print(" ");
        lcd.setCursor(8, 1);
        lcd.print(" ");
    }

    lcd.setCursor(1, 1); // set cursor to secon row
    lcd.print(i, 1); // print out the retrieved value to the second row
    lcd.print("g ");

}

void loop() {

    if (btn1.click()) { // обработчик нажатия

        if (temp == 3) {temp = 0;}
        temp++;
    }
}

```

```
if(temp == 1) {digitalWrite(10, LOW); digitalWrite(8, HIGH); Weight();}  
if(temp == 2) {digitalWrite(8, LOW); digitalWrite(9, HIGH); Temperature();}  
if(temp == 3) {digitalWrite(9, LOW); digitalWrite(10, HIGH); Humidity();}  
  
}
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)

Перечень элементов

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)

Ведомость документов