

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»
«Институт естественных и точных наук»
Физический Факультет
Кафедра физики наноразмерных систем

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, нач. КО

_____/Фаст Э.А./

« ____ » _____ 2019г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой д.ф.-м н. проф.

_____/Бескачко В.П./

« ____ » _____ 2019г.

Разработка системы контроля условий хранения продукции на основе IoT

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ЮУрГУ – 11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР

Руководитель, д.ф.-м.н.

_____/Березин В.М./

" ____ " _____ 2019г.

Автор, студент группы ЕТ – 263

_____/Ивановский М.Е./

" ____ " _____ 2019г.

Нормоконтролер, к.х.н., ст.преп.

_____/Кувшинов А.М./

" ____ " _____ 2019г.

АННОТАЦИЯ

Ивановский М.Е. Разработка системы контроля условий хранения продукции на основе IoT. Челябинск: ЮУрГУ, ЕТ-473, 69 с., библиографический список – 11 наим., 22 иллюстр., 3 таблицы.

Цель выпускной квалификационной работы – проектирование системы мониторинга температуры и влажности для хранения продукции в помещениях на основе технологии интернета вещей.

В данной работе был проведен анализ требований для хранения разных видов продукции. Рассмотрена перспективность интернета вещей на промышленном уровне. Решена задача создания устройства, которое контролирует температуру и влажность и передает данные пользователю через интернет.

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
Глава 1 Литературный обзор.....	8
1.1. Условия для хранения пищевых продуктов.....	8
1.2. Способы измерения температуры.....	11
1.3. Способы измерения влажности.....	31
1.4 Интернет вещей.....	39
Глава 2. Разработка модели системы контроля продукции.	48
2.1 Архитектура разрабатываемой системы контроля продукции.	48
2.2 Технические параметры датчиков.....	51
2.2.1 Датчик температуры и влажности.....	51
2.2.2 Микроконтроллер ESP8266.	54
2.3 Программная часть.....	55
2.4 Проектирование системы.....	56
2.5 Схема сборки устройства.....	57
2.6 Настройка сети.....	60
2.6.1 Wi-Fi.....	60
2.7 Настройка сервера.....	61
2.8 Настройка приложения.....	62
2.8.1 Android.....	62
2.8.2 Vlynk.....	64
Заключение.....	68
Литературный список.....	69

Введение

В настоящее время условиям хранения и транспортировки грузов уделяется большое внимание. Это связано с тем, что существует большое число различных типов продукции, которые должны храниться при определенных условиях.

Особенно этот вопрос актуален для мест хранения и транспортировки пищевых продуктов. Климатические условия должны удовлетворять требованиям СанПиН 2.3.2.1324-03 для каждого вида продукции. Например, скоропортящиеся товары должны перевозиться на транспорте, оборудованном специальными холодильными установками, способными поддерживать определенный климатический режим.

Температура и влажность в месте хранения и транспортировки должны соответствовать нормам перевозки категории перевозимого груза.

В связи с этим, была поставлена задача, разработать прибор, содержащий датчики температуры и влажности, которые позволят в режиме реального времени производить мониторинг условий хранения и транспортировки различных грузов.

Актуальность данной работы заключается в том, что в настоящее время контроль микроклимата помещений для хранения продукции выполняется вручную и не всегда своевременно и правильно, отсутствует автоматический контроль. В связи с ужесточением требований к условиям производства и хранения продукции все большую актуальность приобретает задача непрерывного мониторинга микроклимата и других параметров технологических сред в производственных и складских помещениях, музеях, чистых комнатах в фармацевтической и электронной промышленности. Традиционный подход к мониторингу климатических параметров с помощью портативных переносных или настенных приборов (с необходимостью фиксирования показаний

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вручную) неэффективен, а зачастую и крайне затруднителен с точки зрения временных затрат со стороны персонала. К тому же «ручной мониторинг» не лишен влияния «человеческого фактора».

Основные задачи системы контроля условий продукции заключаются в непрерывном автоматическом измерении параметров микроклимата, сохранении в единой базе данных и их передачи конечному пользователю, который может находиться в любой точке мира, где есть интернет. А также уведомлять, если наступают критические значения.

Цель данной работы – разработка устройства, контролирующего условия хранения продукции.

Для достижения поставленной цели необходимо:

1. Проанализировать требования для хранения продукции.
2. Изучить перспективы интернета вещей в промышленности.
3. Разработать модель устройства для мониторинга условий хранения продукции.
4. Проанализировать и применить приложение и веб-сервер для хранения и мониторинга данных температуры и влажности.

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Глава 1 Литературный обзор

1.1. Условия для хранения пищевых продуктов

Надлежащее хранение пищевых продуктов позволяет сохранить их питательную и биологическую ценность, защищает от порчи, имеет большое значение для предотвращения пищевых отравлений. Микроорганизмы, вызывающие эти отравления, могут обильно размножаться в продуктах, если они хранятся неправильно; хотя, в течение некоторого времени, продукты и готовые блюда, зараженные микробами и продуктами их жизнедеятельности, не изменяют внешний вид и вкусовые качества, производя впечатление доброкачественных и вполне пригодных для потребления.

Условия хранения зависят от типа продукта и способа его обработки.

Как правило, срок хранения при более низких температурах увеличивается, а оптимальные значения влажности зависят от процентного содержания воды в продукте. Сырые продукты, а также продукты готовые к употреблению, должны храниться в холодных помещениях, а также, продукты, имеющие специфический запах, например рыба или специи, должны храниться отдельно от всех других товаров.

Все склады, производственные помещения и торговые помещения должны быть оборудованы устройствами для регулирования температуры и относительной влажности.

Хранение готовых блюд. Многие готовые блюда (вторые блюда из мяса, птицы, рыбы, тушеных овощей, грибов, холодные блюда, а также кондитерские изделия с кремом) являются скоропортящимися продуктами. Все эти блюда являются хорошей питательной средой для микроорганизмов, которые размножаются в них достаточно быстро. Желательно помнить, что первое и второе блюда можно хранить при

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

температуре от 2 до 4 ° С не более 72 часов. При хранении готовых блюд необходимо строго соблюдать санитарно-гигиенические требования: содержать в чистоте место хранения, посуду и упаковки, хранить готовые блюда и продукты, которые потребляются отдельно от сырых продуктов и полуфабрикатов.

Хранение мяса, рыбы, мяса и продуктов рыбы. От мяса и продуктов, рыбы, полуфабрикатов и побочных продуктов, они быстрее работают. Эти полуфабрикатов хранится в холодильнике при температуре от 0 до 8 ° С и относительной влажности 80-90%. Полуфабрикатов - 36 часов, полуфабрикатов из фарша - 18-24 часа, котлеты, отбивные - 12 часов, фарш - 6 часов. Полуфабрикатов птицы: натуральное филе - 48 часов, хлеб - 24 часа, измельченные фрикадельки, субпродукты - не более 12 часов. Хлеб полуфабрикатов, хлеба в хлеб, склады не более 24 часов, кур, рыбы - 12 часов.

При температуре от 0 до 8 ° С, свежие и охлажденные мясо и птицу хранят до 72 ч, рыбу на 48 часов, замороженное мясо и птица до 5 дней и замороженной рыбы в течение 3 дней.

Срок службы сосиски, сосиски, ветчина и других для курения мяса зависит от способа их производства. Приготовленные фаршированные, печень, сосиски, колбасы, печенья, вареная ветчина, ветчина и т. д., Хранятся только в холодильнике при температуре 0-8 ° С. В этом случае, вареные колбасы самой высокой степени, ферментами, ветчина, бульон из свинины, мясо кусок (не нарезанный) может быть на 72 часа, вареные колбасы 1-го, 2-го и 3-го порядка, сосиски, салаты, сортов - 48 час, колбасы, печень, кровь и камень 3-го класса - не более 12 часов. Полукопченые и варено-копченые колбасы при комнатной температуре (не выше 20°) хранят до 3 суток, в холодильнике при температуре от 0 до 8° тепла – 10 суток. Такой же срок допустим для мясных копченостей (копченых рулетов, ветчины, грудинки).

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Хранение молока, молочных продуктов и яиц. Все молочные продукты лучше хранить в холодильнике. Свежее молоко в любой таре – не более 36 часов, кипяченое молоко – до 3 суток, молочнокислые продукты до 36 часов, сметану – до 3 суток, творог и творожные сырки – 36 часов, сладкие сливочные сыры в полимерной упаковке – до 48 часов. Сливочное масло в холодильнике при температуре выше 0° сохраняется до 10 суток, в морозильной камере – более длительное время, сыры – до 15 суток, яйцо куриное – до 20 суток.

Хранение овощей, фруктов и ягод. Длительное хранение овощей и фруктов возможно только в холодильной камере при температуре 0-2° тепла и относительной влажности 80-95% при регулярном поступлении свежего воздуха.

Плоды лучше хранить отдельно от овощей, т. к. они быстро впитывают посторонние запахи и изменяют вкус.

Хранение консервированных продуктов. Стерилизованные консервы заводского производства храниться при комнатной температуре. Нельзя держать консервы при повышенной температуре (в жарких помещениях, у нагревательных приборов). Фруктовые консервы – варенье, джемы, соки, сиропы – в жарком помещении темнеют, изменяют окраску, консервы в жестяных нелакированных банках приобретают неприятный, металлический привкус.

Хранят консервы в сухом помещении. Особого внимания требуют нестерилизованные консервы в жестяных и стеклянных банках – так называемые презервы. Как правило, это рыбные закусочные продукты – кильки, сельдь в маринаде и т. д. Их хранят при пониженной температуре, но не ниже 0°. В жаркое время при отсутствии холодильника их не следует хранить более 2-3 суток. Условия и сроки хранения презервов обычно указаны на этикетке или крышке банки.

Хранение сухих продуктов. Муку, крупу, макаронные изделия, сухофрукты, сахарный песок можно хранить довольно долго, соблюдая

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

при этом определенные правила. Сухие сыпучие продукты держат в сухих, хорошо проветриваемых помещениях. Увеличение в продуктах количества влаги свыше 15% способствует их порче. Продукты увлажняются в невентилируемых, подвальных помещениях, а также при резких колебаниях температуры. Хранить сухие продукты можно в бумажных пакетах, полотняных мешках, а также в специальных банках с крышками, выпускаемых промышленностью.

Сухие продукты легко воспринимают и долго удерживают посторонние запахи, что также следует учитывать при их хранении.

Хранение хлеба и хлебобулочных изделий. Хлеб является продуктом кратковременного хранения. Срок реализации хлеба из ржаной и ржано- пшеничной муки – 36 часов. Изделий из пшеничной муки – 24 часа, мелкоштучных изделий массой менее 200г –16 часов.

Сроки хранения хлеба исчисляются со времени выхода их из печи. Лучше всего потребительские свойства хлеба сохраняются при температуре 20-25° и относительной влажности воздуха 75%.

Помещения для хранения хлеба должны быть сухими, чистыми, вентилируемыми. Каждую партию хлебобулочных изделий отправляют в торговую сеть в сопровождении документа, в котором указывают дату и время выхода из печи.

1.2. Способы измерения температуры

Температура является одной из важнейших величин в большинстве областей. Многие процессы нуждаются в точном контроле температурного режима.

Измерение температуры в современной промышленности включает в себя широкий спектр потребностей и применений. На сегодняшний день, для удовлетворения этого широкого спектра потребностей существует большое количество устройств и датчиков для измерения температуры. Применение конкретного типа датчика зависит

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

от точности измерения, цены, среды в которой будут проводиться необходимые измерения, диапазона измеряемых температур. Устройства для измерения температуры можно разделить на несколько общих категорий:

А) Жидкостные и механические термометры; Б) Температурные датчики;

В) Бесконтактные измерительные устройства;

Исторически, первыми появились жидкостные термометры. Первый ртутный термометр был изобретен физиком Даниэлем Габриэлем Фаренгейтом в Амстердаме еще в 1714 году.



Рис. 1.1. Жидкостный термометр

Он состоит из колбы, содержащей ртуть, прикрепленной к стеклянной трубке малого диаметра. Объем ртути в трубке намного меньше объема колбы. Объем ртути незначительно изменяется с изменением температуры, небольшое изменение объема приводит к тому, что узкий столб ртути поднимается вверх по трубке. Для определения температуры рядом с трубкой располагают температурную шкалу.

Ртутные термометры измеряют температуру в широком диапазоне: от - 37 до 356 °С, верхний температурный диапазон приборов может быть

увеличен за счет введения инертного газа, такого как азот. Введение инертного газа увеличивает давление на жидкую ртуть и, следовательно, повышается его температура кипения, что в сочетании с заменой стекла на плавленый кварц позволяет расширить верхний температурный диапазон до 800 °С.

Ртуть не может использоваться ниже температуры, при которой она становится твердой – -38,83 °С. Для измерения более низких метеорологических температур может использоваться термометр, содержащий ртуть-таллиевый сплав, который не затвердевает до тех пор, пока температура не снизится до -61,1 °С.

Сегодня на рынке имеется широкий выбор жидкостных термометров. Некоторые высокоточные измерения все еще производятся с помощью стеклянных термометров. Поскольку свойства жидкостей, в частности ртути, хорошо известны, единственное ограничение точности заключается в технологии и качестве производства стеклянных трубок.

В связи с запретом применения ртути, из-за её опасности для здоровья, во многих областях деятельности ведется поиск альтернативных наполнений для бытовых термометров. Также все шире применяются другие типы термометров.

В 1759 году Джоном Харрисоном был разработан биметаллический термометр. Он имел меньшую точность по сравнению с ртутным термометром, но при этом был более прочным.

Биметаллический термометр состоит из биметаллических полос, образованных соединением двух разных металлов с различными коэффициентами теплового расширения. Таким, биметаллическая лента является механическим элементом, который может воспринимать температуру и превращать ее в механическое перемещение. Это механическое перемещение полосы может быть использовано для активации механизма переключения. Также биметаллическая полоса может быть прикреплена к указателю измерительного прибора. Для

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

соединения двух слоев различных металлов в биметаллической ленте можно использовать различные технологии, такие как клепка, болтовое соединение, крепление. Однако наиболее часто используемым методом является сварка.

Работа биметаллического ленточного термометра основана на том факте, что два разнородных металла ведут себя по-разному, когда подвергаются изменениям температуры из-за их различных скоростей теплового расширения. Один слой металла расширяется или сжимается сильнее, чем другой слой металла в биметаллической полосковой конструкции, что приводит к изгибу или изменению кривизны полоски.



Рис. 1.2 - Биметаллический термометр.

Один конец прямой биметаллической ленты фиксируется на месте. Когда полоска нагревается, другой конец стремится отклониться от стороны, имеющей больший коэффициент температурного расширения.

Следующим этапом в эволюции измерения температуры стало появление температурных датчиков. В 1826 году изобретатель Беккерель использовал первую термопару платина-палладий. До этого времени все измерения температуры проводились на жидкостных или газонаполненных термометрах. Изобретение термопары положило начало новой волне развития практической термометрии.

Все температурные датчики можно разделить на три общие категории:

- А) Резистивные датчики;
- В) Термопары;
- С) Полупроводниковые датчики;

Все эти типы датчиков способны измерять температуру, но они также требуют дополнительных приборов или схем, чтобы сделать это измерение доступным для пользователя. Эта дополнительная схема может быть представлена в виде специально разработанных дисплейных блоков, типового лабораторного оборудования, регистраторов данных или компьютерных систем сбора данных. Каждый из датчиков требует немного отличающихся схем обработки сигналов. Обычно получаемые с датчика сигналы представляют собой сопротивление, напряжение или ток, которые затем масштабируются и отображаются устройством, считывающим информацию с датчика. Большинство устройств имеют стандартные таблицы или калибровочные кривые, которые позволяют пользователю просматривать измеренную температуру, учитывая электрические показания датчика.

Первыми температурными датчиками были резистивные элементы. Принцип их действия основан на связи между температурой и сопротивлением различных материалов. Терморезистор представляет собой термостойкий элемент, который изменяет сопротивление с изменением температуры.

Сопротивление металлов R_t в зависимости от температуры t выражается следующим полиномом:

$$R_t = R_0(1 + \alpha_1\Delta t + \alpha_2\Delta t^2 + \alpha_3\Delta t^3 + \dots + \alpha_n\Delta t^n), \quad (1.1)$$

где R_0 – номинальное сопротивление (обычно при 0°C); α_n – коэффициенты полинома; Δt – перепад измеряемой температуры относительно 0°C .

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В некоторой области температур для каждого металла оказывается возможным пренебречь без существенной потери точности всеми коэффициентами полинома, кроме первого. В этом случае:

$R_t = R_0(1 + \alpha t)$, (1.2) где α – температурный коэффициент сопротивления.

Числовое значение этого коэффициента для большинства металлов находится в пределах 0.0035...0.0065 1/°C.

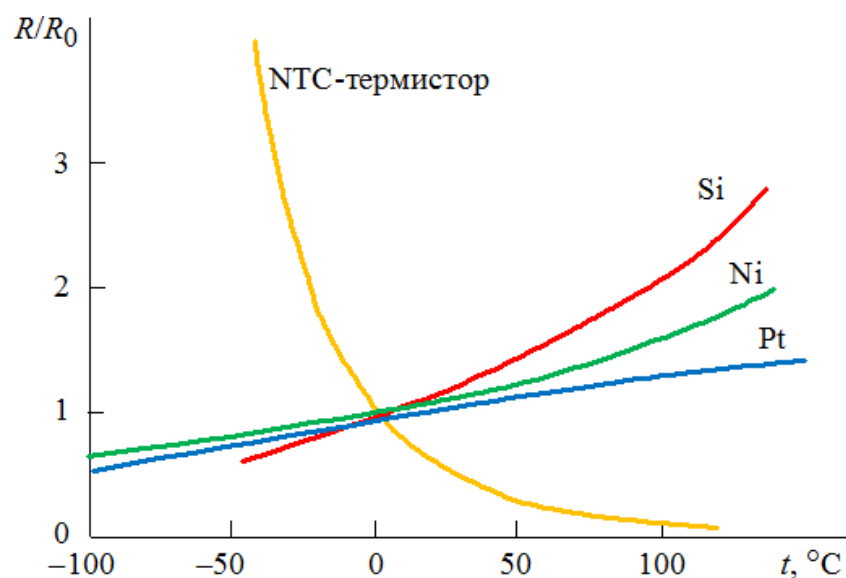


Рис. 1.3 - Изменение сопротивления различных материалов от температуры.

Температура измеряется путем пропускания небольшого постоянного тока через устройство и измерения возникающего падения напряжения. Можно также приложить к резистору стабилизированное напряжение и измерить протекающий при этом ток. В обоих случаях в резисторе выделяется определённая мощность, вызывающая его перегрев по отношению к окружающей среде. Чтобы пренебречь саморазогревом, рабочий ток преобразователя, устанавливаются достаточно малым: порядка 0.5-3 мА.

Такие устройства работают на основе изменения сопротивления чистых металлов, таких как медь, платина, никель. Платина наиболее стабильна во времени. Она не подвержена коррозии и позволяет работать в широком интервале температур. Эти устройства имеют наиболее линейную температурную характеристику и высокую точность, но также и высокую стоимость.

Термопреобразователи сопротивления на основе медной микропроволоки также широко применяются в промышленности благодаря их дешевизне. Они предназначены для измерения температуры твердых, жидких, сыпучих и газообразных веществ. Для защиты от механических воздействий и от проникновения пыли и воды резистор помещается в герметизированный корпус из нержавеющей стали.



Рис. 1.4 - Медный термопреобразователь сопротивления.

Важным преимуществом термометров сопротивления по сравнению с термопарами является пропорциональность выходного сигнала преобразователя абсолютному значению температуры. Однако эти термометры нуждаются в предварительной калибровке.

Помимо металлов в качестве термометров сопротивления используют кремниевые резисторы и NTC-термисторы. Но данные типы резистивных элементов имеют нелинейную зависимость от температуры и требуют специальных схем линеаризации.

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

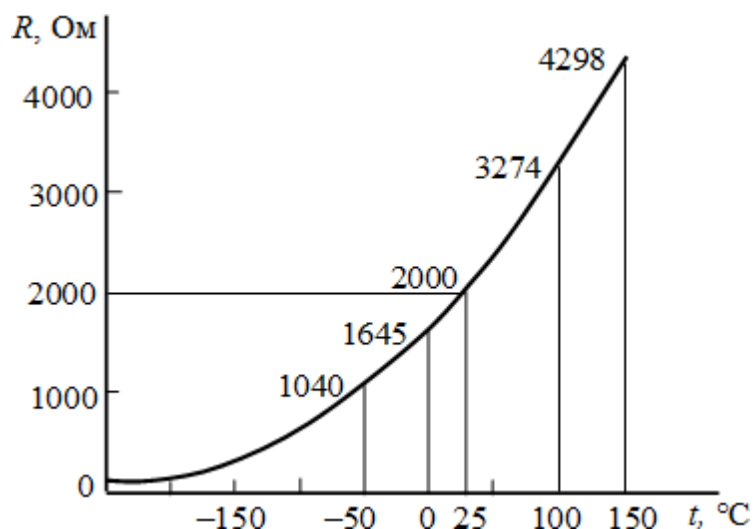


Рис. 1.5 - Зависимость сопротивления от температуры для кремниевого резистора.

Термистор представляет собой спеченный полупроводниковый материал, который способен к большим изменениям сопротивления при небольшом изменении температуры. Эти устройства имеют отрицательный температурный коэффициент, это означает, что с повышением температуры сопротивление элемента уменьшается. Они имеют очень хорошую точность, от 0.1 до 0.2 °С, работая в диапазоне от 0 до 100 °С.

Термисторы широкого назначения характеризуются монотонной зависимостью сопротивления от температуры. Эта зависимость хорошо изучена и описывается следующим эмпирическим выражением:

$$RT = R0 \exp (B [1 - 1/T]) \quad (1.3)$$

где RT – сопротивление термистора при текущей температуре T , К; $R0$ – номинальное сопротивление термистора, указываемое в справочнике для температуры $T0 = 298$ К (25 °С); B – постоянная величина для выбранного типа термистора.

Для линеаризации температурной зависимости термистора могут быть использованы такие схемотехнические решения как: параллельная и последовательная схемы линеаризации.

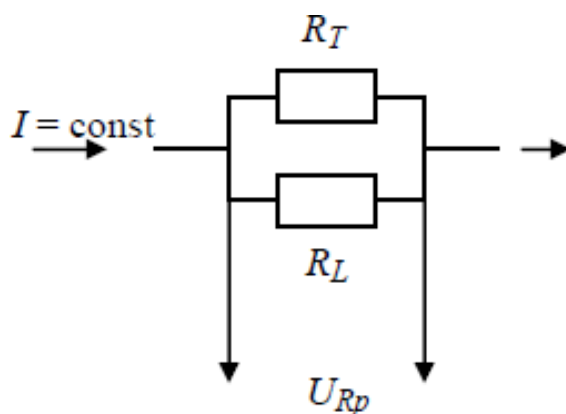


Рис. 1.6 - Параллельная схема линеаризации.

При использовании параллельной схемы, параллельно термистору R_T подключается резистор R_L (линеаризирующее сопротивление), значение которого практически не зависит от температуры.

Теперь имеется параллельное соединение двух резисторов, для которых результирующее сопротивление R_p рассчитывается по формуле:

$$R_p = \frac{R_T R_L}{R_T + R_L}. \quad (1.4)$$

В результате параллельной линеаризации на результирующей зависимости можно выделить участок, который можно аппроксимировать прямой линией с $\alpha T_m = \text{const}$.

Таким образом, если через параллельное соединение резисторов пропускать стабилизированный ток, то падение напряжения на резисторах будет линейно зависеть от температуры вблизи T_m . Область температур, для которой достигается хорошая линейность зависимости выходного сигнала от температуры, лежит обычно в пределах $\pm 10 \dots 20 \%$ вокруг T_m .

Зная T_m можно рассчитать значение сопротивления R_L по формуле:

$$R_L = R_{T_m} \frac{B - 2T_m}{B + 2T_m}. \quad (1.5)$$

Другим возможным решением линеаризации может быть использование последовательного соединения двух резисторов, одним из которых является термистор.

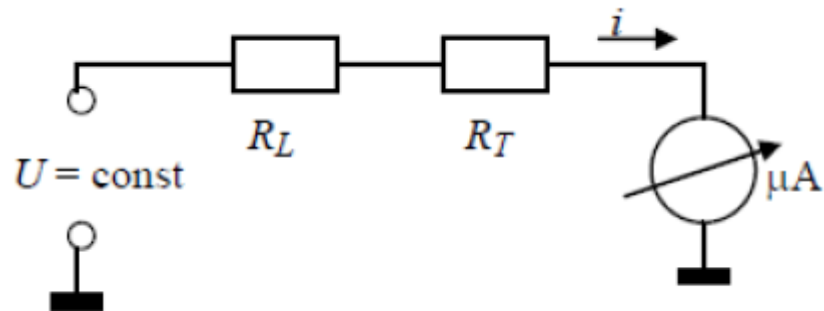


Рис. 1.8 - Последовательная схема линеаризации.

В данном случае при питании стабилизированным напряжением ток через последовательное соединение резисторов пропорционален температуре вблизи T_m . Выражения для расчета линеаризующего элемента фактически повторяют формулы для параллельного соединения при условии, что вместо сопротивлений резисторов используются их проводимости:

$$G_L = G_{Tm} \frac{B - 2T_m}{B + 2T_m} \quad (1.6)$$

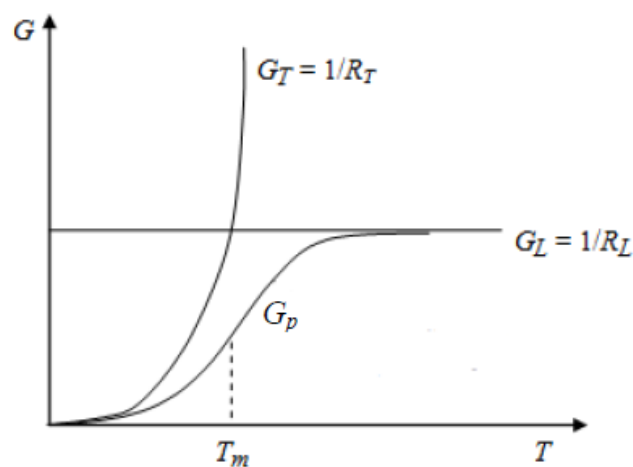


Рис. 1.9 - Проводимость при последовательной линеаризации.

Термисторы с номинальным сопротивлением от нескольких Ом до нескольких кОм используют обычно для измерений температур ниже 100 °С. Термисторы с R0 более 10 кОм применяются для измерений температур свыше 100 °С.

Термисторы доступны в различных корпусах, но чаще всего их можно найти в конструкции выводного компонента круглой формы. Некоторые более новые модули также доступны в конфигурации с прямым поверхностным креплением.



Рис. 1.2.10. NTC-термистор.

Для усиления сигнала, получаемого с термистора, чаще всего используются схемы на основе инвертирующего усилителя.

Помимо этого, в качестве датчика температуры широко используются полупроводниковые диоды.

Вольт-амперная характеристика диода описывается формулой Эберса- Молла:

$$I = I_s \left(\exp \left[\frac{eU}{kT} - 1 \right] \right), \quad (1.7)$$

где I – прямой ток диода при падении напряжения U ; I_s – ток насыщения диода при обратном напряжении; e – элементарный электрический заряд; k – постоянная Больцмана; T – температура, К.

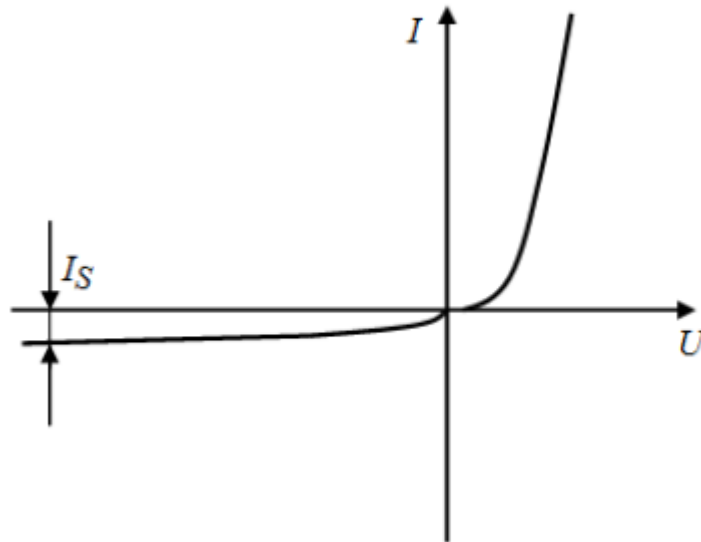


Рис. 1.11 - ВАХ диода.

Если учесть, что ширина запрещенной зоны E_g во много раз превышает тепловую энергию kT , то ток насыщения при обратном смещении можно определить исходя из формулы Шокли:

$$I_s = AT^3 \exp \left(\frac{-E_g}{kT} \right), \quad (1.8)$$

где A – постоянная, зависящая от материала полупроводника.

Решив уравнение относительно U , получим:

$$U = \frac{E_g}{e} - \alpha T, \quad (1.9)$$

где α – константа, зависящая от материала и выбранного тока диода. Выходное напряжение с датчика содержит постоянную составляющую, зависящую от ширины запрещенной зоны полупроводника. И для того чтобы создать датчик на полупроводниковом диоде необходимо обеспечить стабилизированное значение тока, убрать постоянную составляющую, а также, усилить уровень выходного сигнала.

Часто вместо диода используется база-эмиттерный переход транзистора, коллектор которого соединяется с базой. При таком подключении зависимость выходного напряжения более линейно зависит от измеряемой температуры.

Существует большое количество схем обработки сигнала для реализации датчика температуры на транзисторе. Например, для стабилизации тока может быть использован токоограничивающий резистор, включенный вместе с датчиком в цепь отрицательной обратной связи операционного усилителя, а для усиления сигнала может быть использован инвертирующий операционный усилитель с делителем напряжения на неинвертирующем выходе, для компенсации постоянной составляющей.

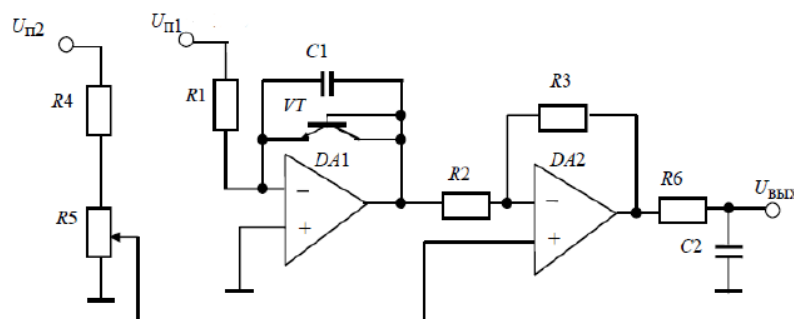


Рис. 1.12 - Пример схемы обработки сигнала термодатчика на p-n переходе.

Принципиально отличными средствами измерения температуры являются термопарные датчики.

В 1821 году Томас Иоганн Зеебек обнаружил, что схема, в которой используется соединение разнородных металлов, при изменении температуры, отклоняет стрелку компаса. Он установил, что разность температур создает электрический потенциал в замкнутой цепи, которая состоит из последовательно соединённых разнородных проводников, контакты между которыми находятся при различных температурах. Сейчас этот эффект известен как эффект Зеебека.

Данный эффект и используется в термопарах. Термопара представляет собой электрическое устройство, состоящее из двух спаянных разнородных проводников, создающих ЭДС, если спаи находятся при разных температурах. Выходное напряжение можно интерпретировать для измерения температуры.

Термопарные датчики широко применяются в различных отраслях благодаря чрезвычайно низкой стоимости, прочности и широкого диапазона измеряемых температур.



Рис. 1.13 - Термопара.

ЭДС зависит, с одной стороны, от природы металлов, а с другой – от разности температур ΔT противоположных спаев. ЭДС связана с ΔT нелинейной зависимостью, аппроксимируемой следующим полиномом:

$$E = a\Delta T^0 + b\Delta T^1 + c\Delta T^2 + c\Delta T^3 \dots + h\Delta T^8, \quad (1.9)$$

где a, b, c, \dots, h – коэффициенты полинома, зависящие от типа термопары.

Так как ЭДС термопары зависит от разности температур, то при измерении температуры среды, в которую помещен один из спаев, температура второго спая («холодного») термопары должна быть известна. Поэтому для проведения измерений температура «холодного» спая термопары контролируется другими измерительными средствами или стабилизируется.

Термоэлектрический эффект подчиняется нескольким законам, имеющим важное значение при проектировании реальных электронных термометров.

Закон промежуточных металлов гласит, что добавление третьего металла в схему не повлияет на напряжение, создаваемое цепью, при учете того, что температура на его концах одинакова. Например, цепь измерения может быть удлинена с помощью медного провода. Вот почему термопары могут использоваться с цифровыми мультиметрами или другими измерительными устройствами. Также, это позволяет использовать припой или сварку для создания соединения металлов в термопаре.

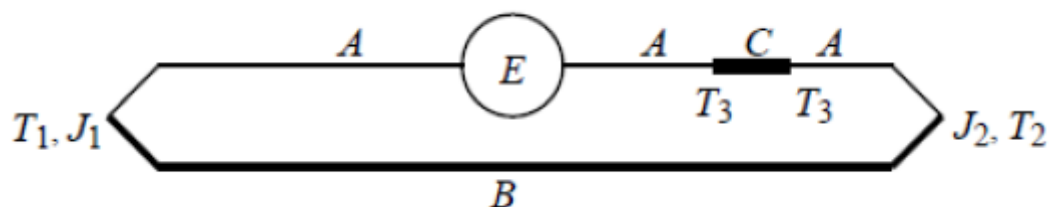


Рис. 1.14 - Закон промежуточных металлов.

Также, ЭДС термопары зависит только от разницы температур на ее спаях и не является функцией зависящей от распределения температуры по всей длине проводников. Данный закон называется законом промежуточных температур.

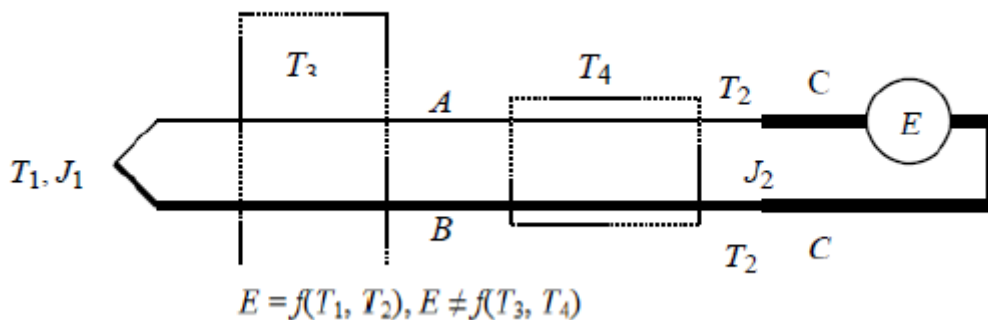


Рис. 1.15 - Закон промежуточных температур.

В третьем законе, законе последовательных температур говорится о том, что ЭДС термопар складываются, если каждая температура является опорной для измерения последующей.

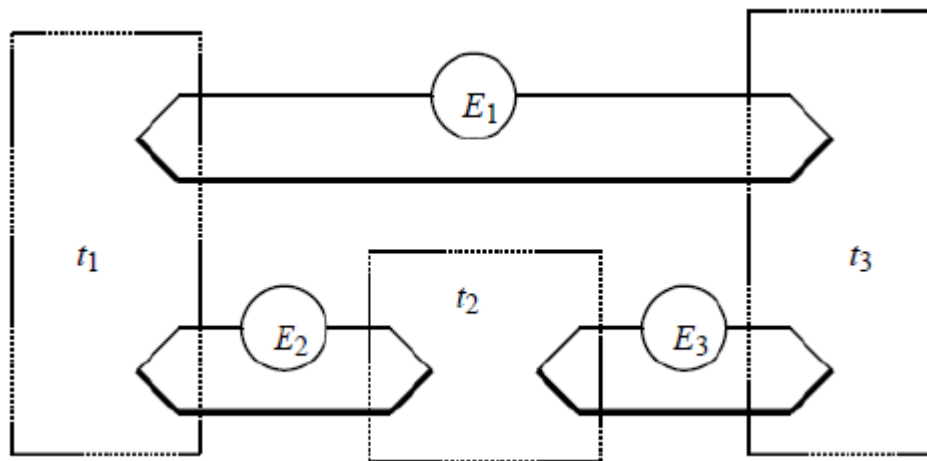


Рис. 1.16 - Закон последовательных температур.

Большинство термопар изготавливаются из двух кусков проволоки различных материалов, сваренных друг с другом в шарик. Термопары могут быть созданы путем физического соединения двух металлов, либо их сварки. Единственное требование состоит в том, чтобы два металла находились в хорошем физическом контакте.

Каждая пара материалов имеет разные характеристики температурного диапазона и напряжения. Напряжение, создаваемое термопарой, всегда невелико, а также нелинейно зависит от температуры.

Тип	Материал	Диапазон температур, °С	Удельная ЭДС на 100 °С, мкВ/°С	Цветовой код
К	Ni-Cr (+)	0...1000	42	Желтый
	Ni-Al (-)			Фиолетовый
Т	Cu (+)	-185...300	46	Желтый
	Cu-Ni (-)			Голубой
J	Fe (+)	20...700	46	Желтый
	Cu-Ni (-)			Черный
E	Ni-Cr (+)	0...800	68	Желтый
	Cu-Ni (-)			Оранжевый
R	Pt(13%)-Rh (+)	0...1600	8	Желтый
	Pt (-)			Салатовый
S	Pt(10%)-Rh (+)	0...1550	8	Желтый
	Pt (-)			Зеленый
В	Pt(30%)-Rh (+)	100...1600	1	Желтый
	Pt(6%)-Rh (-)			Серый

Таблица 1.1 - Типы термопар.

Существует множество типов корпусов термопар, проводов и изоляционных материалов, используемых, в зависимости от сферы применения. Провода могут быть чрезвычайно маленькими, причем самый маленький проводник термопары имеет диаметр около 25 мкм. Это позволяет создать микро-термоэлемент со временем отклика менее 0.05 секунды.

Существует большое разнообразие термопарных зондов. Зондами обычно являются термопары, расположенные внутри корпуса из нержавеющей стали или другого материала. Кроме того, спай термопары

может быть изолирован от материала оболочки или приварен к нему. Помимо нержавеющей стали часто применяются другие материалы, например, жаропрочный никель-хромовый сплав. Он используется там, где из-за высоких температур невозможно использование нержавеющей стали.



Рис. 1.17 - Типы термопарных зондов.

Выбор изоляционного материала варьируется от поливинилхлорида до стекловолокна и тефлона. Все зависит от температуры окружающей среды, в которой будет находиться датчик.

Для получения информации с термопары необходима схема обработки сигнала, которая учитывает температуру холодного спая. Такая схема может быть реализована с помощью аналоговых устройств, либо посредством микропроцессорной техники, хранящей в памяти характеристику термопары и имеющей датчик температуры холодного спая.

Категория бесконтактных температурных датчиков включает в себя широкий спектр преимущественно оптических устройств. Все они работают на основе измерений радиационного теплообмена.

Пирометр - это тип бесконтактного термометра, используемого для измерения температуры поверхности. Это устройство, которое на расстоянии определяет температуру поверхности исходя из спектра ее теплового излучения.



Рис. 1.18 - Пирометр.

Современный пирометр имеет оптическую систему и детектор.

Оптическая система фокусирует тепловое излучение на детектор.

Тепловой луч, сфокусированный оптической системой, падает на датчик (первичный пирометрический преобразователь), в результате на выходе образуется электрический сигнал, пропорциональный значению температуры объекта измерения. Этот сигнал проходит через электронный преобразователь, попадает в измерительно-счетное устройство и обрабатывается в нем. Результат отображается на дисплее

Выходной сигнал детектора (температура T) связан с тепловым излучением E целевого объекта по закону Стефана-Больцмана:

$$E = \sigma \epsilon T^4, \quad (1.10)$$

где σ – постоянная Больцмана, ϵ – излучательная способность объекта.

Излучательная способность объекта - это число от 0 до 1, которое учитывает длину волны, диапазон волн, коэффициент отражения, коэффициент пропускания, поглощательную способность, коэффициент поглощения. Чтобы получить точные показания, необходимо знать значение излучательной способности. Эти значения можно получить из справочных таблиц.

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

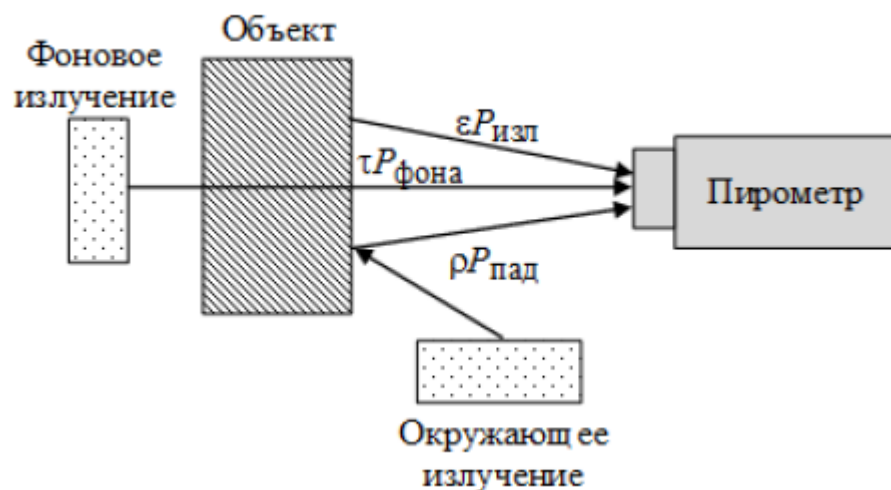


Рис. 1.19 - Основные компоненты излучения, воспринимаемые пирометром.

Самые простые модели пирометров имеют фиксированный коэффициент излучения (как правило, он равен 0,95, поскольку на производстве и в быту чаще всего требуется измерение температуры объектов с подобным коэффициентом). Однако при измерении температуры светлых, блестящих, полированных поверхностей и т.п. такие пирометры могут давать значительную погрешность. Чтобы этого избежать, рекомендуется использовать более сложные пирометры с возможностью настройки коэффициента излучения.

Коррекция излучательной способности почти всегда требуется, когда помимо объекта существует другой источник инфракрасного излучения, который мог бы создавать погрешность измерения (солнечный свет, дуговая лампа, излучение кварцевой лампы).

Диапазон измеряемых температур определяется рабочей длиной волны. Пирометры предназначены для измерения высоких температур на более коротких волнах. Как правило, для пользователя рабочая частота не так важна, поэтому в технических характеристиках данный параметр часто не указывается, но обязательно указывается диапазон рабочих температур.

Сам принцип работы пирометра предполагает высокую скорость измерения температуры, поэтому к данным приборам предъявляются определенные требования к скорости. Время установления показаний - это промежуток, который отсчитывается с момента скачкообразного изменения на входе датчика пирометра до того момента, когда выходной сигнал достигает установленного значения с отклонением до 2%. В среднем быстродействие современных пирометров не превышает 1 секунды.

1.3. Способы измерения влажности

Влажность – это величина характеризующая наличие водяного пара в воздухе (или любом другом газе). Влажность влияет на многие свойства воздуха и материалов, контактирующих с воздухом. Поддержание необходимого уровня влажности необходимо для многих промышленных процессов и создания необходимого комфорта. Измерения влажности производится везде, где необходимо предотвратить конденсацию, коррозию, появление плесени. Это также очень важно для продуктов питания, фармацевтических препаратов, химических веществ, топлива, дерева, бумаги и многих других продуктов.

Влажность воздуха в помещениях часто контролируется системами, и на это требуется значительная энергия. Измерение влажности способствуют как достижению правильных условий окружающей среды, так и минимизации энергетических затрат.

Водяной пар обычно невидим и ведет себя как газ, он подчиняется всем газовым законам, например, уравнению состояния идеального газа:

$$PV = mRT, (1.11)$$

где P – давление, Па; V – объем, м³; R – газовая постоянная, учитывающая молекулярную массу газа; T – температура, К.

Необходимо учитывать, что объем V влажного воздуха при температуре T обладает массой M , которая является суммой масс сухого воздуха m_a и водяного пара m_w :

$$M = m_a + m_w. \quad (1.12)$$

Каждый из двух компонентов обладает парциальным давлением. В соответствии с законом Дальтона, общее давление смеси воздуха с водяным паром равно сумме парциальных давлений сухого воздуха и водяного пара:

$$P = P_a + P_w. \quad (1.13)$$

Важной характеристикой для расчета влажности является давление насыщенного пара p_s – максимальное парциальное давление водяного пара, которое может быть достигнуто при определенной температуре. Если давление водяного пара поднимается выше этого значения, то происходит конденсация.

Непосредственно связана с давлением насыщенного пара точка росы (или температура точки росы) – температура, при которой происходит конденсация при охлаждении газа. Точка росы является полезной мерой, так как указывает, какая температура должна поддерживаться, чтобы предотвратить конденсацию.

Влажность выражается несколькими различными способами. Абсолютная влажность (H_a) – масса водяного пара в граммах, содержащаяся в кубическом метре влажной среды:

$$H_a = m_w/V. \quad (1.13)$$

Относительная влажность (HR) – отношение между парциальным давлением паров воды и давлением насыщенного пара при такой же температуре:

$$HR = (p_w/p_s)100 [\%]. \quad (1.14)$$

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Относительная влажность является наиболее часто используемым показателем влажности.

Поскольку очень много процессов нуждаются в контроле влажности, существует эффектов и, соответственно, приборов, которые могут быть использованы для ее измерения.

Одним из наиболее простых и при этом распространенных приборов для измерения относительной влажности воздуха является психрометр. Психрометр – это прибор использующий эффект охлаждения при испарении для измерения влажности. Он содержит два термометра, один из которых показывает температуру воздуха в момент измерений («сухой» термометр), а другой – так называемый «мокрый» термометр, обернут влажной тканью. Оба термометра обдуваются слабым потоком воздуха при помощи вентилятора. Скорость воздушного потока обычно не превышает 1...2 м/с. Испарение воды требует затрат 597 калорий (2512 Дж) на грамм испаряемой воды. Это тепло уносится из увлажненной области. В результате «мокрый» термометр покажет температуру T_h меньшую, чем температура T «сухого» термометра. Разность температур ($T - T_h$), называемая психрометрической разностью температур будет тем выше, чем более сух окружающий воздух. Если в окружающем воздухе установилось насыщенное давление водяного пара, то в этом случае возникает динамическое равновесие между испарением воды из увлажненной ткани и конденсацией пара в обратном направлении.

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

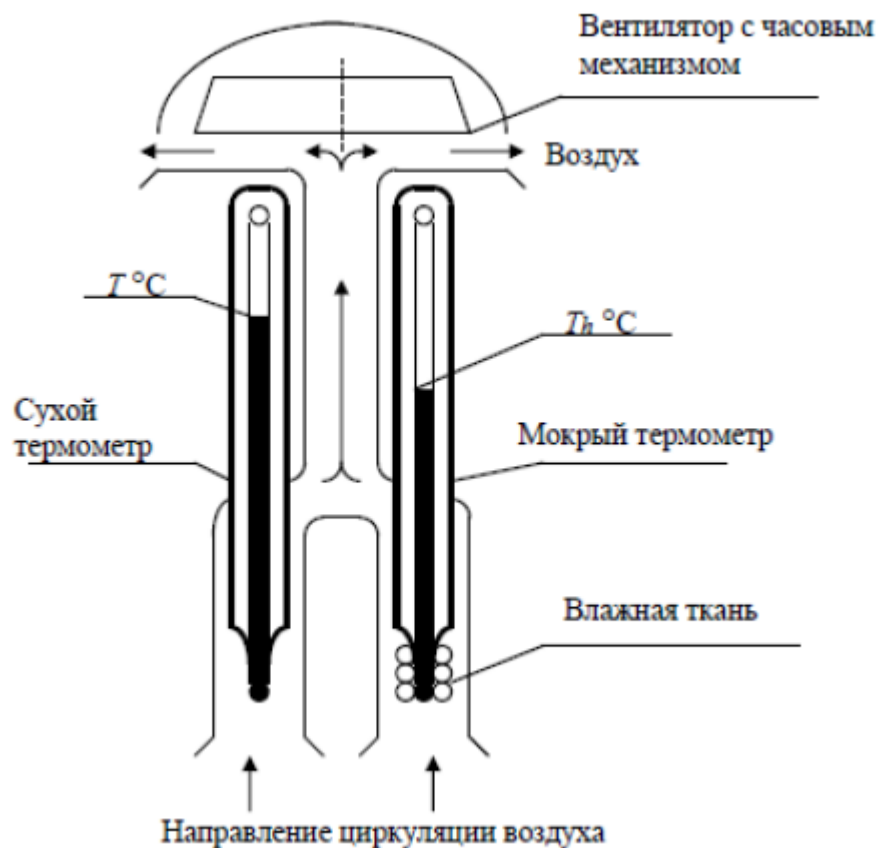


Рис. 1.20 - Психрометр

Расчет парциального давления водяного пара на основании психрометрической разности температур производится с помощью эмпирической формулы Шпрунга:

$$P_w = P_h - kP (T - T_h), \quad (1.15)$$

где P_w – парциальное давление водяного пара в окружающем воздухе при температуре T , Па; P_h – давление насыщенного пара в атмосфере при температуре влажной ткани, Па; P – общее (барометрическое) давление воздуха, Па; k – константа, равная $0.61 \cdot 10^{-3}$ для сочетания пар–воздух и $0.57 \cdot 10^{-3}$ для сочетания лед–воздух.

С помощью формулы Шпрунга можно рассчитать P_w при известной психрометрической разности ($T - T_h$), известном атмосферном давлении P и значении P_h , взятом из стандартизованной зависимости давления насыщенного водяного пара от температуры для точки $T = T_h$.

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Для упрощения поиска влажности воздуха по результатам психрометрических измерений известный французский ученый и промышленник Рено рассчитал психрометрическую таблицу, в которой при заданной «сухой» температуре T и известной психрометрической разности температур ($T - T_h$), можно сразу же получить значение относительной влажности воздуха для нормального атмосферного давления.

Несмотря на очевидность принципа и кажущуюся простоту реализации данного метода, гигрометр на этой основе требует высокой точности работы измерительной аппаратуры. Выпадение конденсата начинается с появления тонкого оптически-прозрачного первого слоя молекул воды.

Чтобы точно «поймать» появление точки росы, от оптического регистрирующего устройства требуется разрешение по интенсивности лучистого потока не хуже 0.1...0.2 %. Чтобы снизить влияние колебаний тока на выходные показания, в прибор добавлена дополнительная оптопара, в качестве источника опорного сигнала. Контроллер учитывает нестабильность мощности излучения и выделяет полезную составляющую оптического сигнала.

Еще одним из первых датчиков влажности является электролитическая ячейка на основе LiCl.

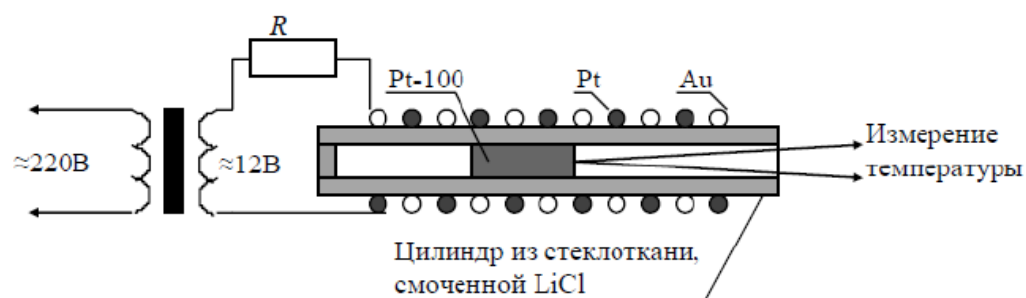


Рис. 1.21 - Измерительный зонд с LiCl.

Такой датчик состоит из стекловолоконного цилиндра, пропитанного LiCl. Два электрода намотаны сверху цилиндра в виде спиралей, не соприкасающихся друг с другом. Electrodes изготовлены из коррозионноустойчивых материалов: золота и платины. Electrodes подключены к переменному напряжению 12В через балластный резистор. Внутри цилиндра находится датчик температуры – платиновый резистор Pt-100.

Если к этому датчику приложено напряжение, то вследствие электролитической проводимости раствора LiCl между электродами возникнет ток. Под воздействием тока, в датчике начнется выделение тепла. Сначала ток и мощность, выделяемая в датчике, будут велики. При нагревании датчика начнется испарение воды из раствора LiCl. Известно, что сопротивление электролитов падает с ростом температуры, что увеличит разогрев. С другой стороны, испарение воды приводит к увеличению сопротивления, что ведет к уменьшению рассеиваемой мощности. В результате создается баланс, поддерживающий температуру, при которой количество испаренной жидкости равно количеству адсорбируемой жидкости. Температура датчика, находящегося в этом состоянии, почти пропорциональна температуре точки росы воздушной среды, в которой расположен датчик.

Наиболее распространенными на сегодняшний день типами датчиков влажности являются емкостные и резистивные датчики.

Суть емкостного и резистивного методов заключается в изменении электрических параметров гигроскопического материала, нанесенного на датчик влажности и адсорбирующего молекулы воды. В большинстве современных датчиков используется тонкопленочная технология для создания гигроскопического слоя. Датчики оснащены фильтрами для предотвращения загрязнения чувствительного гигроскопического слоя.

Основными преимуществами емкостных и резистивных гигрометров являются: простота использования; широкий спектр

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

областей применения; возможность измерения влажности в жидких и сыпучих материалах; низкая стоимость.

К недостаткам можно отнести: возможный сдвиг градуировочной кривой при повышенных температурах и влажностях; возможность повреждения агрессивными примесями; возможность выхода из строя при выпадении конденсата на поверхности чувствительного элемента.

Область применения емкостных и резистивных гигрометров весьма широка: контроль влажности в помещениях и рабочих зонах, в хранилищах, холодильниках, метеорологические измерения, контроль сухих технологических газов в трубопроводах, измерение влажности в сыпучих материалах.

Отдельно стоит выделить нейтронные датчики влажности. Их действие основано на замедлении потока нейтронов ядрами водорода. В этом случае, быстрые нейтроны теряют энергию, и превращается в медленные нейтроны.

Если основным водородсодержащим компонентом в веществе является вода, а замедление нейтронов, другими элементами мало, то это позволяет оценить содержание влаги в объекте, путем измерения потока медленных нейтронов. Как правило, для получения потока быстрых нейтронов используются радиоактивные источники.

Диапазон значений измеряемой влажности от 0 до 100%. Точность - от 0,5 до 2,0%, обусловлена присутствием в анализируемом веществе отличных от воды веществ, содержащих водород.

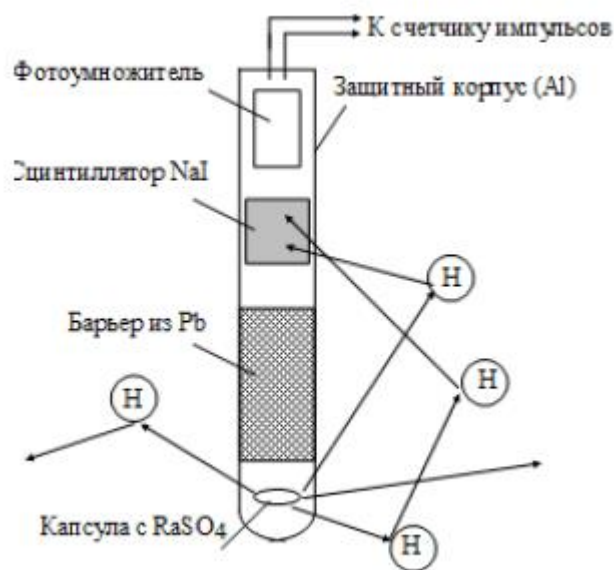


Рис. 1.21 - Нейтронный датчик влажности.

Большинство типов датчиков влажности нуждаются в калибровке. В замкнутом объеме, содержащем насыщенный солевой раствор, устанавливается определенная относительная влажность воздуха, зависящая от вида растворенной соли и для определенных солей от температуры.

Насыщенные солевые растворы	Температура, °С		
	15	20	25
H ₂ O (Чистая вода)	100	100	100
K ₂ SO ₄ (Сульфат калия)	97	97	97
KCl (Хлорид калия)	87	86	85
NaCl (Хлорид натрия)	76	76	75
NaNO ₂ (Нитрид натрия)	65	65	65
Mg (NO ₃) ₂ (Нитрат магния)	56	55	53
K ₂ CO ₃ (Карбонат калия)	44	44	43
MgCl ₂ (Хлорид магния)	34	33	33
CH ₃ COOK (Ацетат калия)	21	22	22
LiCl (Хлорид лития)	13	12	12

Таблица 1.2 - Относительная влажность воздуха над растворами различных солей в изолированном объеме.

1.4 Интернет вещей

Практические применения технологии ИВ можно найти во многих отраслях промышленности, в том числе в сельском хозяйстве, управлении строительством, здравоохранении, энергетике и транспорте. Промышленный интернет вещей (ПИВ) – это использование Интернета вещей в технологиях производства. Движение ПИВ растёт и расширяется по крайней мере так же быстро, как ИВ в остальном мире, потому что «умные» устройства и связанные датчики проникают и на заводы. Необходимо рассмотреть, каким образом компании используют ПИВ и какие существуют варианты повышения эффективности его использования.

Интернет вещей (ИВ) – это система взаимосвязанных вычислительных устройств, механических и цифровых машин, объектов, животных или людей, которым предоставлены уникальные идентификаторы (IP-адреса) и возможность передавать данные по сети без взаимодействий типа «человек – человек» или «человек – компьютер». Промышленный интернет вещей (ПИВ) – это использование Интернета вещей в технологиях производства. ПИВ включает машинное обучение, технологию больших данных, использование датчиков, межмашинное взаимодействие и технологии автоматизации, существующие в промышленных установках в течение многих лет.

Переход от межмашинного взаимодействия и сетевых фабрик к полному ПИВ несёт с собой ряд проблем, которые должны решаться производителями до того, как технология выйдет из-под контроля, вместо того чтобы предоставить преимущества. Поэтому необходимо рассмотреть, каким образом компании используют ПИВ и какие существуют варианты повышения эффективности его использования. Термин «Промышленность 4.0» в широком смысле описывает текущую волну технологических инноваций как эпоху в истории,

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

характеризующуюся взаимосвязанностью, обеспечиваемой Интернетом и беспроводными устройствами. Промышленность 1.0 относится к эпохе паровых машин, а промышленность 2.0 – к эре электроэнергии. Промышленность 4.0 вплотную идёт за цифровой эрой (Промышленностью 3.0); многие производственные мощности по-прежнему работают с использованием цифровых технологий. Технологии Промышленности 4.0 обеспечивают сбор данных на новом уровне, обеспечивая их доступность и автоматизацию связи между оборудованием и системами промышленной автоматизации. Это позволяет предприятиям использовать данные более значимыми способами, в том числе обеспечивать предиктивный анализ для машин, а также оптимизацию процессов на заводе. Преимущества ПИВ в автоматизации производства: Видимость рабочего состояния машинных компонентов (как исторически, так и в реальном времени) позволяет руководителям предприятий дистанционно контролировать системы, выявлять и решать проблемы до их влияния на доступность и продуктивность машин. Предиктивная аналитика позволяет более точно планировать техническое обслуживание машины, сокращая время простоя машин, увеличивая среднее время между сбоями и сокращая затраты на ненужное профилактическое обслуживание и покупку запасных частей. Взаимосвязанность обеспечивает беспроводное взаимодействие между машинами, компонентами и людьми; повышает эффективность за счёт более автономной работы машин и упрощения ручных процессов. Способы повышения эффективности использования ПИВ Промышленный Интернет Вещей, прежде всего, выступает как способ повысить эффективность работы и является важной тенденцией со значительными последствиями для мировой экономики. Согласно данным Oxford Economics, включая производство, добычу полезных ископаемых, сельское хозяйство, нефть, газ и коммунальные услуги, он охватывает отрасли, представляющие 62 процента валового внутреннего продукта

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

(ВВП) стран Большой Двадцатки. Предиктивное обслуживание активов – один из методов, который сохраняет до 12 процентов ресурсов по сравнению с плановыми ремонтами, обеспечивает снижение общих затрат на обслуживание до 30 процентов и устраняет до 70 процентов браков. Одновременно объектами мониторинга могут быть системы теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения, электричества и канализации. Эти системы могут включать в себя газовые и электрические водонагреватели, водяные и воздушные насосы, газовые и жидкостные горелки, отопительные котлы, водяные, газовые и электрические конвекторы, радиаторы, электронагреватели, кондиционеры, трансформаторы, генераторы, источники бесперебойного питания, большие бытовые приборы. Например, Thames Water, крупнейший поставщик воды и услуг по очистке сточных вод в Великобритании, использует датчики, аналитику и данные в режиме реального времени, чтобы помочь коммунальным компаниям предвидеть сбои в оборудовании и быстрее реагировать на критические ситуации, такие как утечки или неблагоприятные погодные явления. Но дальше – больше. Например, производитель нефтехимической продукции может полагаться на предиктивный анализ во избежание ненужных отключений и для поддержания потока продуктов. Apache Corporation, компания по добыче нефти и газа, использует этот подход для прогнозирования сбоев на нефтяном насосе на суше и на море, чтобы помочь минимизировать потери производства. Руководители Apache утверждают, что если глобальная нефтяная промышленность улучшит производительность насоса даже на 1 процент, это увеличит добычу нефти на полмиллиона баррелей в день и заработает в отрасли дополнительные 19 миллиардов долларов в год. Другой пример – добыча полезных ископаемых, где способность быстро исследовать руду, когда буровое долото неожиданно попадает на твердую породу, позволяет шахтерам возобновить работу за значительно меньшее время по сравнению с тем, что было раньше.

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Теперь, на заре ПИВ, производители охотятся за «низко висящим фруктом» улучшая обслуживающие и ремонтные услуги, которые они уже предлагают. Многие компании только сейчас начинают делать переход, и некоторым руководителям в сфере промышленности, транспорта и сферы обслуживания может быть нелегко воспользоваться возможностью продажи новых цифровых предложений. Тем не менее, тех, кто колеблется, могут быстро обойти существующие конкуренты и новые участники. Например, Google движется к беспилотным автомобилям, которые, вероятно, разрушат несколько отраслей, включая страхование автомобилей и государственное лицензирование. Еще один пример – HealthKit от Apple. Платформа, которая позволяет приложениям для здоровья и фитнеса работать вместе, теперь занята опекунами, страховщиками и фармацевтическими компаниями. Чтобы добиться успеха в отраслях с использованием ПИВ, руководителям необходимо будет сформулировать новые бизнес-модели и стратегии перехода на рынок на макроуровне, переосмыслить основные бизнес-процессы и операции, а также внедрить искусственный интеллект в услуги, процессы и многое другое. Повышение доходов за счёт увеличения производства и создания гибридных бизнесмоделей Как было указано в технологическом видении Accenture Technology 2014, «каждый бизнес – это цифровой бизнес», размытие границы между физической и цифровой промышленностью превращает промышленные компании в компании обслуживания клиентов. Производственные, энергетические и другие промышленные руководители утверждают, что новые услуги, конкуренты и способы управления бизнесом будут изменять соответствующие промышленные отрасли. ПИВ даёт компаниям возможности для обновления и предоставления новых услуг, улучшения продуктов и выхода на новые рынки (таблица 1). Например, такие компании, как General Electric, Michelin и CLAAS выходят на рынок с помощью гибридных продуктов, добавляя цифровые услуги к своим предцифровым

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

продуктам. Но даже компании, которые не продают продукты, такие как Virtual Radiologic, могут воспользоваться возможностью расширения в цифровые услуги.

		Предцифровой продукт	Цифровой продукт	Новый сегмент рынка
General Electric	Информационные службы			
	Службы оборудования	Плановое обслуживание	Профилактическое обслуживание	Оптимизация парка воздушных судов
	Продукты	Реактивные двигатели	Реактивные двигатели	
Michelin	Информационные службы		Услуга по снижению потребления топлива	
	Службы оборудования		Шины как услуга	
	Продукты	Шины	Шины с сенсорами	
CLAAS	Информационные службы			
	Службы оборудования	Службы по автоматизации машин	Службы по удалённой диагностике и оптимизации	Партнёр в сфере услуг сельского хозяйства
	Продукты	Фермерское оборудование	Фермерское оборудование с сенсорами	

Таблица 2.1 – Продукты промышленных компаний.

Бизнес по обслуживанию авиационных двигателей General Electric, появившийся из реактивного двигателя как продукта, сейчас переходит к профилактическому обслуживанию и оптимизации парка воздушных судов. Michelin помогает менеджерам автопарков снизить расход топлива и затраты на него и оплачивать шины на основе расчёта пройденного километража. Фермеры могут использовать оборудование CLAAS в режиме автопилота, получать рекомендации о том, как улучшить поток культур и минимизировать потери зерна, или автоматически оптимизировать производительность оборудования. В настоящее время компания сотрудничает с другими организациями для предоставления информационных услуг производителям через торговую площадку 365FarmNet. vRad начал свой жизненный цикл как служба интерпретации рентгенограмм. С тех пор он расширился в сфере ИТ-услуг, предлагая аналитические сервисы и сервисы программного обеспечения. Подобные гибриды станут основным средством расширения в сторону цифровых услуг. Они должны выходить далеко за рамки

пошаговых улучшений, таких как незначительные изменения некоторых свойств; они должны учитывать неудовлетворенные потребности клиентов или решать важные бизнес-задачи с помощью революционных решений. Успех в качестве поставщика гибридных продуктов не приходит легко. Компании должны конкурировать и сотрудничать с игроками из разных отраслей промышленности, стремясь получить преимущество с использованием цифровых технологий. Использование интеллектуальных технологий для ускорения развития промышленности. Инновации имеют решающее значение в разработке и доставке дифференцированных новых гибридных продуктов, стимулирующих рост. Чтобы воспользоваться всеми преимуществами ПИВ, компаниям необходимо будет использовать три технологические возможности: сенсорные вычисления, промышленную аналитику и интеллектуальные машинные приложения. Сенсоры, аналитика и интеллектуальные машинные приложения, а также удалённая платформа ПИВ вытеснят отдельные миры информационных технологий (ИТ) и операционных технологий (ОТ). Сейчас это разделение создаёт препятствие, поэтому необходимо будет модернизировать и объединить как оперативную, так и информационную технологию для поддержки нового поколения интеллектуального оборудования. Вскоре производители больше не будут создавать машины, которые имеют исключительно механические функции – теперь они будут встраивать в них интеллект. Например, такие продукты, как термостат Nest, поставляемый с удобным пользовательским интерфейсом, позволяет потребителям устанавливать свои предпочтения и управлять потреблением энергии. Если интеллектуальные термостаты будут интегрированы с коммунальными услугами через такие приложения, как С3 Energy или Opower, коммунальные предприятия смогут побуждать потребителей снижать потребление в часы пик. Это поможет поддерживать стабильность электрической сети, одновременно поощряя потребление в периоды

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

низкого спроса. Также можно привести в пример транспортные средства, разрабатываемые SAP и BMW. SAP рассматривает машины как каналы информационных услуг. Принимая во внимание концепцию интеллектуальных транспортных средств, можно разработать сценарий, в котором водители больше не будут платить за бензин именно на заправках. Насос самостоятельно будет фиксировать, сколько литров или галлонов бензина залито в бак. В конце месяца потребитель будет получать счёт от продавца бензина. Как показывают эти примеры, интеллектуальные продукты и программное обеспечение создают новые перспективы для промышленных компаний. Преобразование трудовых ресурсов для ПИВ ПИВ уменьшает количество трудовых ресурсов, задействованных в рабочем процессе, используя компьютеризацию. Это позволяет оптимизировать рабочий процесс в целом, а в частности повторяющиеся задания, которые до сих пор не поддавались автоматизации. Для того, чтобы использовать все возможности ПИВ, компаниям особенно необходимо обратить внимание к науке о данных, разработке программного обеспечения, аппаратного обеспечения, тестированию, маркетингу и продажам. Кроме того, они нуждаются в расширении своих способностей для реализации трёх важнейших видов деятельности: Создание ПИВ сферы услуг Выдвижение гибридных продуктов потребует новых трудовых ресурсов для их создания, поддержки и продажи. Эти ресурсы – сотрудники. Ожидается, что, например, в индустрии БПЛА появятся другие виды рабочих мест. Компании, которые нуждаются в БПЛА для проверки трубопроводов и других объектов, скорее всего, захотят передать эти задачи сторонним поставщикам услуг. Этим компаниям нужны люди, которые смогут спроектировать функционирование БПЛА и разработать приложения, контролирующие и инвентаризирующие оборудование; нужны технические специалисты для обеспечения связности между БПЛА и сетью и интеграции данных датчиков в системы компании; диспетчеры

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

для исследования ситуации, когда БПЛА обнаруживает неисправное оборудование или злоумышленников. Поддержка пользователей промышленной продукции и услуг Компании, предлагающие инструменты ПИВ, будут стремиться сделать их простыми и удобными в использовании. Здесь можно говорить, например, о достижениях в области переносных технологий, таких как Google Glass и о пользовательских интерфейсах в дополненной реальности Metaio GmbH, которая сочетает мобильность и информативность. Но наступят времена, когда внедрение интеллектуального оборудования и услуг потребует новых изобретений. Компании нуждаются в специалистах, которые смогут интегрировать эти услуги в процесс разработки и найти способы повышения производительности труда сотрудников и клиентов. Освоение новых способов работы Пользователи продуктов и услуг ПИВ не только получают новую работу, но и столкнутся с новыми способами выполнения работ. Например, работа операторов оборудования требует большого мастерства при переходе от использования оборудования в полевых условиях к эксплуатации БПЛА и робототехнического оборудования из центра обслуживания. Достижения в робототехнике ещё больше изменят то, как люди выполняют свою работу. Сегодня роботы обычно используются для выполнения опасных и неприятных задач. Многие роботы продолжают служить таким же образом. Однако разрабатывается новое поколение роботов для объединения с людьми. Например, робот может смоделировать физическое поведение во избежание травм или научиться выполнять задачи без необходимости программирования. Робот ABB (ранее известный как Фрида, (Friendly Robot for Industrial Dual-Arm – “дружелюбный робот для промышленного использования”) может узнать предпочтительный способ работника выполнять определенное задание, а затем адаптировать свои движения, чтобы помочь завершить задачу. Робот Baxter компании Rethink Robotics не только взаимодействует с людьми, но и учится у них. Если Baxter’у

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

показать шаги конкретной задачи, робот сможет понять, как выполнить всю задачу целиком. Эти роботы хорошо подходят для работы с людьми, выполняя основные, повторяющиеся задачи, контролируемые рабочими.

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Глава 2. Разработка модели системы контроля продукции.

2.1 Архитектура разрабатываемой системы контроля продукции.



Рис. 2.1 - Архитектура разрабатываемой системы

Первый уровень – датчики температуры и влажности.

Данные датчики измеряют температуру и влажность в помещении и передают эту информацию на уровень микроконтроллера. Для соединения с микроконтроллером датчики используют 1-Wire протокол. Данный протокол обычно используется, для связи между маленькими устройствами, такими как цифровые термометры и метеоприборы. Сеть 1-проводных устройств со связанным ведущим устройством вызывают MicroLAN. Одна из отличительных особенностей данного протокола – возможность использования только двух проводов: данные и «земля». Так же данный протокол позволяет подсоединить нужное количество датчиков к одному управляющему устройству, используя те же два провода.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

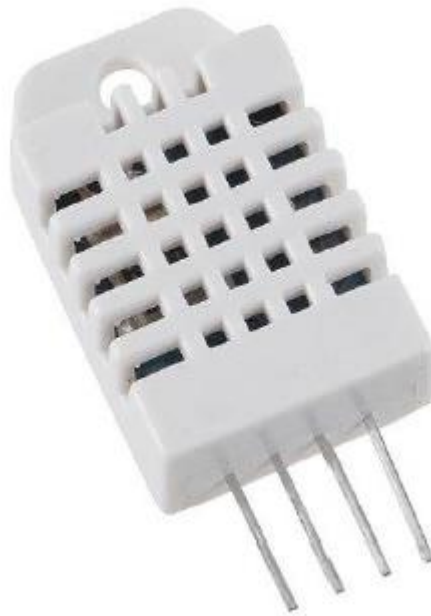


Рис. 2.2 – Датчик температуры и влажности

Второй уровень – микроконтроллер с модулем связи WI-FI.

Используется для передачи данных о температуре и влажности, для управления климатическими приборами и для объединения устройств в интернет вещей. Модуль связи Wi-Fi – недорогой микроконтроллер, произведенный китайским производителем Espressif Systems. Этот маленький микроконтроллер позволяет соединиться с сетью Wi-Fi и устанавливать простые связи TCP/IP. Микроконтроллер общается с WIFI модулем через UART Serial-порт при помощи AT-команд.

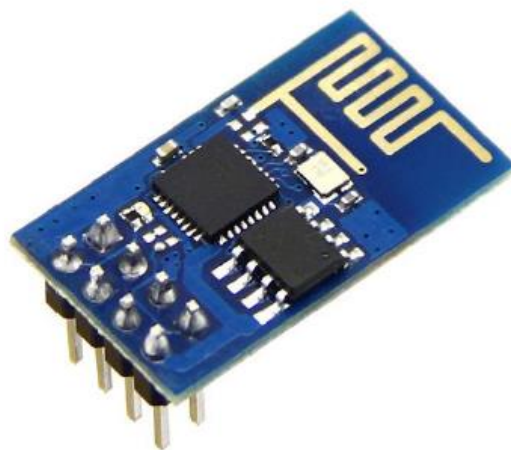


Рис. 2.3 – Микроконтроллер

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Третий уровень – облачное хранилище, куда будут передаваться данные с датчиков и храниться.

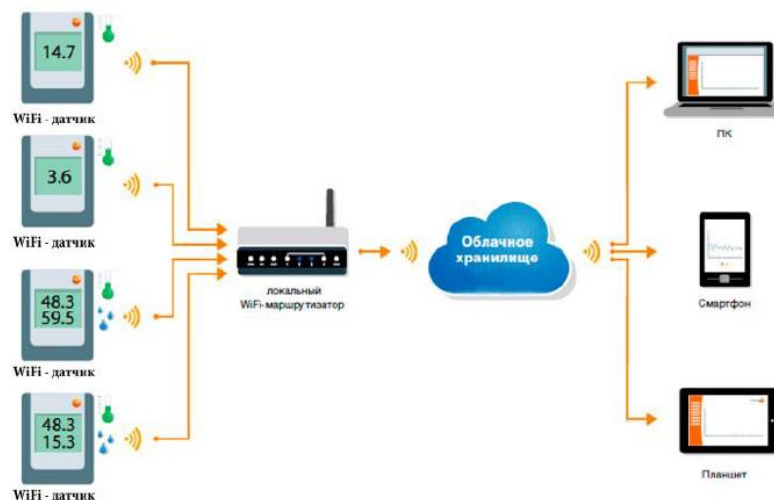


Рис. 2.4 - Пример с облачным сервисом.

Четвертый уровень – средство для мониторинга данных о микроклимате, например, сотовый телефон, планшет, ПК. Пользователь сможет наблюдать за показаниями датчиков в любом месте, где есть интернет связь.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2.2 Технические параметры датчиков

2.2.1 Датчик температуры и влажности

Для построения данной системы был выбран датчик влажности и температуры DHT11.



Рис. 2.6 Датчик влажности и температуры DHT11

Датчик температуры и влажности DFRobot DHT11. Комплекс с откалиброванным цифровым выходом. Датчик DHT состоит из емкостного датчика влажности и термистора. Также, датчик содержит в себе АЦП для преобразования аналоговых значений влажности и температуры. Отличная долгосрочная стабильность. Этот датчик включает измерение влажности резистивного типа.

Каждый элемент DHT11 строго откалиброван в лаборатории, что является чрезвычайно точным для влажности. Коэффициенты калибровки сохраняются в виде программ в ОЗУ-памяти, которые используются внутренним сигналом обнаружения датчика. Однопроводный последовательный интерфейс упрощает интеграцию системы. Его малый размер, низкое энергопотребление делает его лучшим выбором для различных приложений, в том числе самых требовательных. Компонент представляет собой 4-контактный однорядный штыревой пакет. Удобное подключение и специальные пакеты могут быть предоставлены в соответствии с запросом пользователей.

Характеристики:

- Питание от 3 до 5В.
- Максимально потребляемый ток - 2.5мА при преобразовании (при запросе данных).
- Рассчитан на измерение уровня влажности в диапазоне от 0% до 100%. При этом точность измерений находится в диапазоне 2%.
- Измеряет температуру в диапазоне от минус 40 до 80 градусов с точностью плюс-минус 0,5%.
- Частота измерений не более 1 Гц (одно измерение в секунду).
- Размер корпуса: 15.5 мм x 12 мм x 5.5 мм.
- 4 коннектора. Расстояние между соседними - 0.1".

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

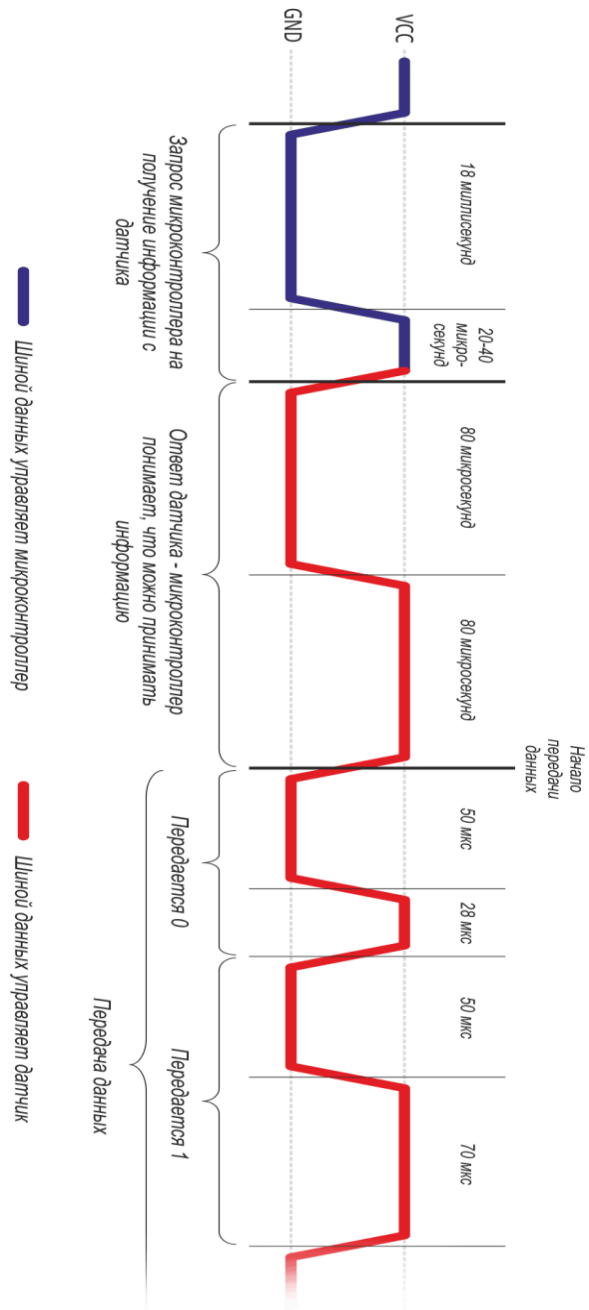


Рис. 2.7 – Принцип работы датчика DHT11

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2.2.2 Микроконтроллер ESP8266.

Для построения данной системы был выбран микроконтроллер ESP8266:



Рис. 2.8 - Микроконтроллер ESP8266

Микроконтроллер ESP8266 разработан компанией Espressif с интерфейсом Wi-Fi. Помимо Wi-Fi, микроконтроллер отличается отсутствием флеш-памяти в SoC, программы пользователя исполняются из внешней флэш памяти с интерфейсом SPI. Процессор ESP8266 - Tensilica L106 – 32-битный с ультранизким энергопотреблением. Поддержка тактовых частот 80 и 160 МГц, поддержка RTOS, встроенные Wi-Fi MAC/BW/RF/PA/LNA, микрополосковая антенна на плате модуля.

Модуль поддерживает стандарт IEEE802.11 b/g/n, полный стек TCP/IP протоколов. Пользователи могут использовать модули либо в качестве дополнения для подключения какого-либо устройства к сети, либо в качестве отдельного сетевого контроллера.

Характеристики:

- 802.11 b/g/n;
- встроенный 32-битный MCU с низким энергопотреблением;
- встроенный 10-битный АЦП;
- встроенный стек протоколов TCP/IP;
- встроенный РЧ коммутатор, РЧ трансформатор сопротивлений, LNA, усилитель мощности;
- встроенные блоки ФАПЧ и управления мощностью;
- Wi-Fi 2,4 ГГц, поддержка WPA/WPA2;
- SDIO 2.0, (H) SPI, UART, I2C, I2S, IRDA, PWM, GPIO;
- STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO;
- потребление в режиме глубокого сна < 10 мкА, ток утечки в выключенном режиме < 5 мкА;
- просыпание и передача пакетов через < 2 мс;
- выходная мощность +20 дБм в режиме 802.11b;
- диапазон рабочих температур: -40 – 125 °С.

2.3 Программная часть

Программы для ESP8266 могут быть написаны на любом языке программирования для компилятора, который преобразовывает его в двоичный машинный код для целевого процессора.

В своей работе я буду использовать интегрированную среду разработки Arduino (IDE):

Arduino IDE — это программная среда разработки, предназначенная для программирования одноимённой платы. На сегодняшний день с помощью Arduino конструируют всевозможные интерактивные, обучающие, экспериментальные, развлекательные модели и устройства. Интерфейс сравнительно простой в освоении, его основой является язык C++, поэтому освоить инструментарий могут даже начинающие программисты.

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

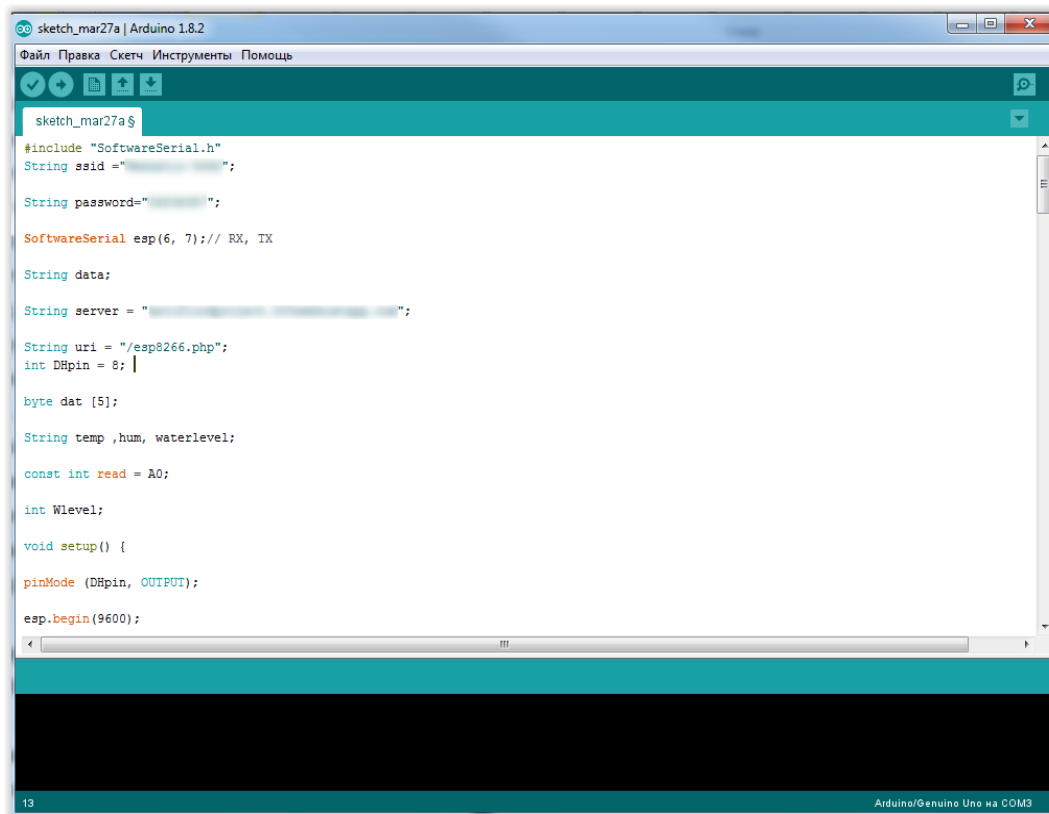
Плюсы программы:

- Бесплатная
- Открытый исходный код
- Огромная библиотека
- Открытый исходный код
- Простая установка и настройка
- Кроссплатформенная

После подключения датчиков и периферии нужно установить соответствующие для них библиотеки программного кода, чтобы написать для них программу.

2.4 Проектирование системы

Для проектирования, необходимо установить библиотеки для датчика DHT11 и микроконтроллера ESP8266 в Arduino IDE. Скетчи в Arduino IDE пишутся с использованием синтаксиса языка C++ и выглядят следующим образом.



```
sketch_mar27a $
#include "SoftwareSerial.h"
String ssid = " ";
String password = " ";
SoftwareSerial esp(6, 7); // RX, TX
String data;
String server = " ";
String uri = "/esp8266.php";
int DHPin = 8;
byte dat [5];
String temp ,hum, waterlevel;
const int read = A0;
int Wlevel;
void setup() {
pinMode (DHPin, OUTPUT);
esp.begin(9600);
```

Рис. 2.9 – Главное окно программы Arduino IDE.

После установки всех библиотек, нужно записать код для ESP8266 и датчика температуры и влажности DHT11 в среду Arduino IDE.

В целом, общий процесс разработки устройства можно разделить на 3 части:

- Установка и программирование датчиков, используемых в устройстве
- Настройка устройства для работы с сетью, подключение модуля для выхода в сеть
- Настройка приложения или сервера для средства мониторинга, чтобы получать информацию с датчиков

2.5 Схема сборки устройства

Для создания прототипа устройства будет использована макетная плата для сборки устройств без пайки. Это позволит многократно пересобрать устройство, если есть ошибки в схеме или в коде.

Схема подключения датчика измерения влажности представлена на рисунке 2.11.

Для подключения датчика DHT11 необходимо добавить в схему резистор на 4,7 кОм для последующей корректной работы датчика, и для предотвращения его возможного выхода из строя. Далее подключаем микроконтроллер через адаптер в USB разъем компьютера (в системе должен появиться новый последовательный порт (COMx) и записываем код.

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

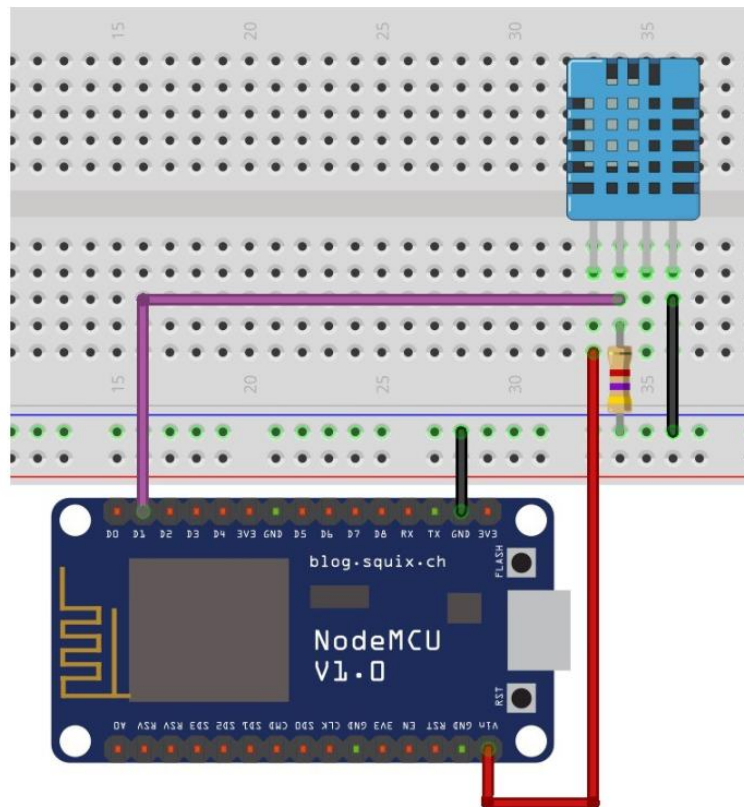


Рис. 2.11 – Схема подключения датчиков устройства.

Для проверки работоспособности проверим в программе IDE Arduino на скорости 115200 бод. Спустя несколько секунд в нем должен появиться IP-адрес ESP8266. В рабочем варианте это выглядит так:

```

COM6
{1lœÿ|Àdà|□□□□,□da□b<‡f□i□'sûc,,□#Àónož$gneäi□c□p□dc□$sdpûgà□□□□,□l□Àœ□□□c□' a|□$œ,,‡çcœ|^
Connecting to MEO-620B4B
.....
WiFi connected
Web server running. Waiting for the ESP IP...
192.168.1.95
New client
Humidity: 63.00 %      Temperature: 20.00 *C 68.00 *F Heat index: 19.70 *C 67.46
Client disconnected.
New client
Humidity: 63.00 %      Temperature: 20.00 *C 68.00 *F Heat index: 19.70 *C 67.46
Client disconnected.
Autoscroll
Both NL & CR
115200 baud
  
```

Рис. 2.12 – Показания температуры и влажности в IDE Arduino.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Далее проверим работоспособность на любом устройстве, которое подключается к Wi-Fi, например смартфон. Вводим в адресную строку IP адрес и получаем:

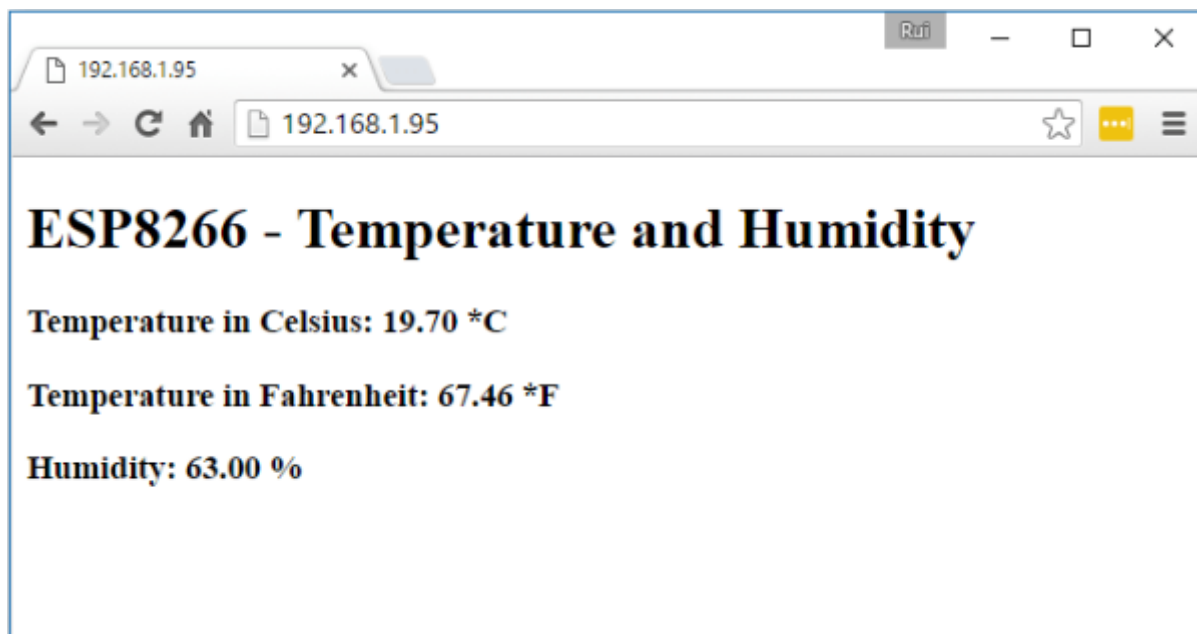


Рис. 2.13 – Показания температуры и влажности в браузере смартфона.

Микроконтроллер ESP8266 - универсальное устройство с множеством функций, идеально подходящее для интернета вещей. В дальнейшем можно использовать плату собственной разработки с добавлением ESP8266, чтобы увеличить количество опрашиваемых датчиков и осуществить автоматизацию вспомогательных устройств для поддержки климата в служебных помещениях.

2.6 Настройка сети

Одной из важных деталей устройств интернета вещей является возможность общаться друг с другом без участия пользователя, соответственно такие устройства должны быть подключены к сети. В данной выпускной квалификационной работе устройство также будет подключено к сети, для обеспечения доступа к устройству из любой точки земного шара, где есть интернет.

2.6.1 Wi-Fi

Wi-Fi – технология для беспроводных локальных сетей с устройствами основанными на стандартах IEEE 802.11. Wi-Fi является торговой маркой WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance или другими словами Wi-Fi Alliance), которая ограничивает использование термина Wi-Fi Certified для продуктов, завершивших тестирование на совместимость.

Устройства, использующие технологию WiFi, включают в себя персональные компьютеры, игровые консоли, смартфоны, планшеты, цифровые камеры и современные принтеры. Устройства с WiFi-модулями могут подключаться к WLAN-сети или к беспроводным точкам доступа. Примерная зона покрытия Wi-Fi около 20 метров внутри помещений и до 100 метров снаружи. Также хот-спот (зона покрытая Wi-Fi сигналом) может быть как размером с одну комнату, если ее стены блокируют радиоволны, так и многокилометровой зоной благодаря использованию множества перекрывающихся точек доступа. Обычно Wi-Fi использует 2.4ГГц и 5ГГц радиодиапазоны.

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.7 Настройка сервера

Для обеспечения доступа к данным, полученных с устройства, необходимо найти и настроить сервер, куда будет отправляться информация с датчика устройства. Доступ к просмотру информации, хранящейся на сервере сможет получить любой человек, имеющий выход в интернет.

В качестве сервера нужно было найти сайт с минимальным необходимым функционалом. В качестве хостинга для проекта был выбран EasyIoT Cloud. Данный хостинг предоставляет возможность бесплатно создать свой сайт и обеспечивает доступ к нему круглосуточно.

Во-первых, понадобится зарегистрироваться в EasyIoT Cloud. Далее нужно записать скетч для сервера. Для датчика никаких настроек не потребуется, поскольку датчик DHT11 работает по принципу «plug and play» (т.е. «подключай и работай»).

Программа прочитает параметры модуля с уже существующим ID, далее она прочтет данные о температуре и влажности, а затем отправит их в EasyIoT Cloud.

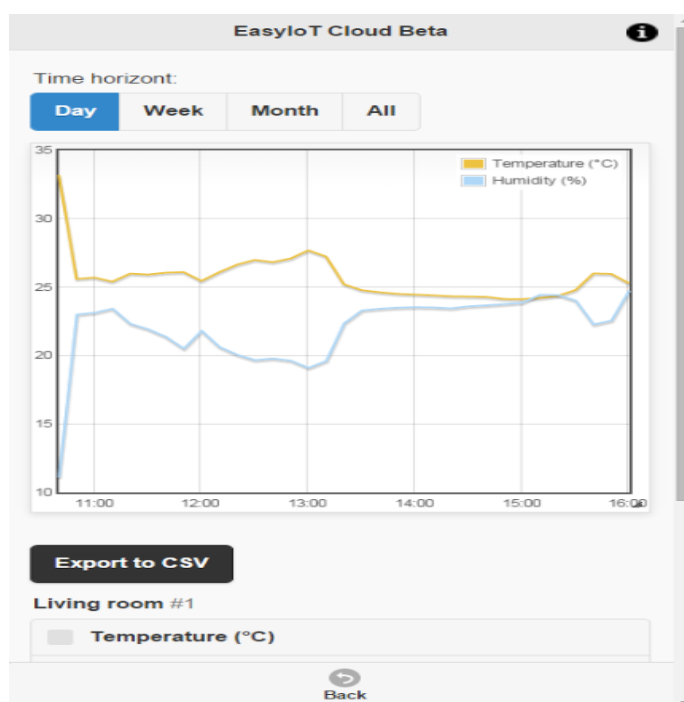


Рис. 2.14 – График температуры и влажности в EasyIoT Cloud.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2.8 Настройка приложения

Для обеспечения удобного взаимодействия с устройством, считывающим данные о температуре и влажности окружающей среды, мною было решено создать мониторинг через мобильное приложение, которое будет выводить полученные с датчиков данные и предупреждать пользователя в случае, если значения данных будут критическими.

В качестве платформы для приложения было выбрана операционная система Android. Данный выбор обусловлен тем, что смартфоны, под управлением операционной системы android занимают более 86 процентов мирового рынка. А в качестве приложения выбран облачный сервис Blynk.

2.8.1 Android

Android – мобильная операционная система, разработанная компанией Google, основанная на ядре Linux и предназначенная для устройств с сенсорным экраном, таких как смартфоны и планшеты. Пользовательский интерфейс android основан на прямой манипуляции, используя жесты касания, соответствующие реальным действиям, таким как пролистывание, нажатие, зажатие, манипулирование объектами на экране, а также виртуальную клавиатуру для ввода текста. Различные варианты операционной системы android также используются в ноутбуках, игровых консолях, цифровых камерах и другой электронике.

Первоначально разработанный компанией Android Inc., которую Google купила в 2005 году, android был представлен лишь в 2007, вместе с основанием Open Handset Alliance – консорциума компаний, производящих аппаратные средства, программное обеспечение и телекоммуникационные услуги, посвященного продвижению открытых стандартов для мобильных устройств. Путь был начат с первого коммерческого устройства под управлением операционной системы

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

android в сентябре 2008 года. Впоследствии android прошел через несколько крупных релизов, заканчивая версий “Nougat”, выпущенной в августе 2016 года. Приложения для android можно загружать из магазина Google Play, где на февраль 2017 года числится более 2.7 миллионов приложений. Android является самой продаваемой операционной системой на планшетах, начиная с 2013 года, и работает на подавляющем большинстве смартфонов. В сентябре 2015 года у android было 1.4 миллиарда активных пользователей в месяц, и он насчитывает самую большую базу среди всех операционных систем.



Рис. 2.15 – Логотип Android

Исходных код android выпущен компанией Google по лицензии с открытым исходным кодом, хотя и большинство android-устройств в итоге поставляются в комбинации со свободным и открытым программным обеспечением и проприетарным программным обеспечением, где последнее необходимо для доступа к сервисам Google. Android популярен среди компаний, которым необходима высокопроизводительная, недорогая и настраиваемая операционная система для высокотехнологических устройств. Его открытый характер побудил большое количество энтузиастов и разработчиков использовать открытый код как основу для продвигаемых сообществом проектов, которые предоставляют обновления для старых устройств, добавляют

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

новые функции для продвинутых пользователей. Исторически так сложилось, что фрагментация android-платформы создавала проблемы, связанные с безопасностью, при которых большинство android-устройств не получало обновлений безопасности, но последние разработки и события улучшили ситуацию. Успех android сделал его целью для патентных и авторских судебных разбирательств, названных “война смартфонов”, между различными компаниями.

2.8.2 Vlynk

Это облачный сервис, имеющий iOS и Android приложения для управления микроконтроллерами: Arduino, ESP8266, Raspberry и т.п. через Интернет. Это цифровая приборная панель на экране мобильного устройства, где отображается графический интерфейс для нашего проекта.

Следующий этап это настройка приложения и написание кода для приложения.

Для начала был настроен простой интерфейс, отображающий необходимую информацию.

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

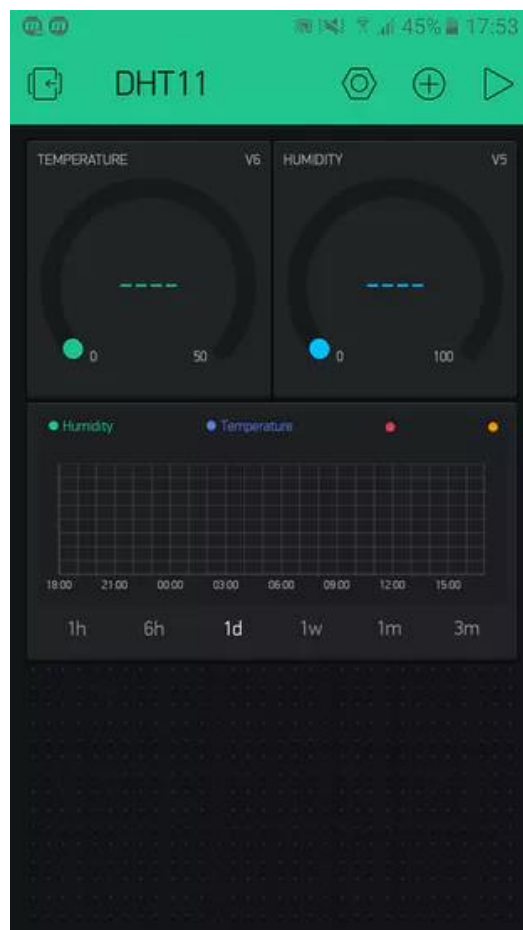


Рис. 2.16 – Интерфейс программы

Как уже объяснялось в предыдущих главах, устройства отправляет данные на сервер. Для того, чтобы приложение могло получить эти данные нужно использовать в скетче дополнительную библиотеку для Vlnk. После этого перезагружаем микроконтроллер ESP8266 и получаем данные уже на смартфоне.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Рис. 2.17 – Полученные данные с устройства

Для того, чтобы предупредить пользователя о превышении пороговых значений данных, создается диалоговое окно.

Диалоговое окно сопровождается громким звуком, для того, чтобы пользователь мог быть вовремя проинформирован, даже если в данный момент телефон заблокирован.

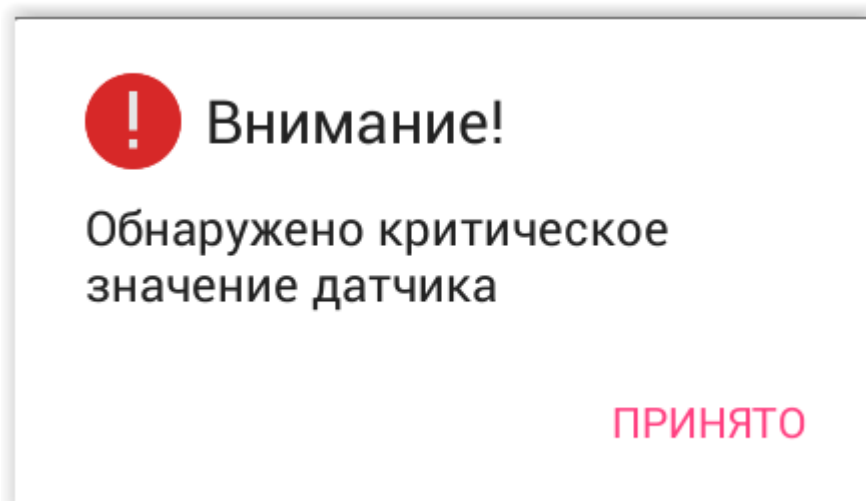


Рис. 2.18 – Диалоговое окно

После показа такого сообщения начинает работать таймер, отсчитывающий время до следующего показа, во избежание ситуации, когда при каждом обновлении данных (5 секунд) будет постоянно всплывать окно.

Разработанное приложение представляет из себя необходимый минимум для информирования пользователя о данных температуры и влажности. Как возможные пути развития в приложение можно добавить функции включения/отключения уведомлений, улучшить интерфейс для более приятного восприятия.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- Проведен анализ требований для хранения продукции.
- Проведен анализ датчиков и приборов для измерения температуры и влажности.
- Рассмотрены перспективы интернета вещей в промышленности.
- Разработана модель устройства для мониторинга условий хранения продукции.
- Были настроены и приведены к работе приложение и веб-сервер для хранения и мониторинга данных температуры и влажности.

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Литературный список

1. СТО ЮУрГУ 04–2015 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2015. – 56 с
2. Шелестов И.П., Семенов Б.Ю. Путеводитель в мир электроники: в 2 т. М.: СОЛОН-Пресс, 2004. 405 с.
3. Зыбайло А. Датчики влажности // Электронные компоненты. 2003. № 2. с. 96.
4. Шварц М. Интернет вещей с ESP8266 2018, 196 с.
5. С.Грингард. Интернет вещей: Будущее уже здесь. : Альпина Паблишер, 2016. 172 с.
6. Giaffreda R. и др. Internet of Things. User-Centric IoT: First International Sum-mit, IoT360 2014, Rome, Italy, October 27-28, 2014, Revised Selected Papers. : Springer, 2015. 409 с.
7. Greengard S. The Internet of Things. : MIT Press, 2015. 229 с
8. Wi-Fi [Электронный ресурс]: статья. Режим доступа: свободный. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi> (дата обращения 27.04.2019).
9. ESP8266 [Электронный ресурс]: статья. Режим доступа: свободный. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ESP8266> (дата обращения 27.04.2019).
10. EasyIoT Cloud [Электронный ресурс]: статья. Режим доступа: свободный. URL: <https://easyiot-cloud.com/> (дата обращения 16.05.2019).
11. Blynk [Электронный ресурс]: статья. Режим доступа: свободный. URL: <https://blynk.io//> (дата обращения 20.05.2019).

					ЮУрГУ-11.04.04.2019.263 ПЗ ВКР	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		