Региональная конференция по научно-техническому творчеству школьников

«Лабиринты науки»

Секция Техника

«Измерение влажности воздуха разными приборами»

Работу выполнил: Крюков Андрей Иванович,

МБОУ Некрасовская СОШ, 8 А класс

Руководитель: Глазкова Светлана Борисовна,

МБОУ Некрасовская СОШ, учитель физики

г. Ярославль, 2023

Оглавление

1.	Введение	2
2.	Влажность воздуха	3
3.	Влияние влажности на жизнедеятельность человека	4
4.	Нормативы влажности в помещениях	4
5.	Приборы для измерения влажности воздуха	6
6.	Практическая часть	6
6.1	Изготовление гигрометров своими руками	6
6.2	Измерение влажности воздуха в разных помещениях школы	8
7.	Заключение	9
8.	Список литературы и источников информации	10
9.	Приложения	11

1.Введение

В воздухе всегда есть водяной пар. От количества водяного пара, содержащегося в воздухе, т. е от влажности зависят основные параметры микроклимата в помещениях. От нее зависит интенсивность испарения влаги с поверхности кожи. Поэтому возможен перегрев тела, нарушающий жизнедеятельность организма. В сухом воздухе происходит быстрое испарение влаги с поверхности кожи, что приводит к высыханию слизистых оболочек дыхательных путей. Поэтому очень важно следить за влажностью воздуха, уметь измерять ее.

Цель: измерение влажности воздуха разными способами.

Задачи:

1. Измерить влажность воздуха в помещениях школы, используя разные виды гигрометров.
2. Сравнить полученные данные с санитарно- гигиеническими нормами.
3. Создать приборы для измерения влажности своими руками.

Актуальность исследования заключается в том, что при низкой влажности воздуха снижается иммунитет за счёт высыхания слизистых дыхательных путей, что часто приводит к ОРВИ, ухудшается концентрация внимания и

общая производительность труда. Высокая влажность вызывает ряд негативных явлений в организме человека, нарушается теплообмен организма с окружающей средой, что приводит к перегреву тела. Влажность влияет и на рост домашних растений, долгую эксплуатацию бытовой техники, мебели и другой домашней утвари. Практическая значимость: Влажность воздуха — это один из важнейших параметров, определяющих комфортность жизни.

Методы исследования: наблюдение, сравнение, измерение, анализ.

2. Влажность воздуха

На нашей планете вода испаряется непрерывно: с поверхностей рек, озер, морей, океанов, а также с растительных и ледяных покровов. Атмосфера всегда наполнена водяным паром. Влажность воздуха — это величина, характеризующая содержание водяных паров в атмосфере Земли — одна из наиболее существенных характеристик погоды и климата. В физике разделяют абсолютную и относительную влажность.

Абсолютная влажность (ρ) показывает, сколько граммов водяного пара содержится в воздухе объемом 1 $м^3$ при данных условиях. Определяется как отношение массы содержащегося в воздухе водяного пара к объёму влажного воздуха. ρ= m (пара) : V (воздуха)

Относительная влажность

$$\varphi = \left(\frac{p}{p_0}\right) \cdot 100\%$$

Точка росы - температура газа, при которой газ насыщается водяным паром. Относительная влажность газа при этом составляет 100 %. [5]

Относительная влажность воздуха зависит от его температуры. В процессе нагрева воздуха парциальное давление водяных паров в состоянии полного насыщения ими воздуха начинает увеличиваться, это обусловлено расширением газа (воздуха) при его нагреве. При увеличении температуры воздуха его относительная влажность начинает снижаться.

В процессе охлаждения воздуха происходит обратный процесс. Парциальное давление водяных паров в состоянии полного насыщения снижается, при охлаждении воздух сжимается, что вызывает увеличение его относительной влажности. [6]

3. Влияние влажности на жизнедеятельность человека

При низкой влажности: увеличивается потеря влаги человеком через кожу; снижается эластичность кожи, волос и ногтей, а соответственно появляются морщины, ногти расслаиваются, волосы секутся; высыхает слизистая глаз; потеря воды в организме человека, а точнее в крови, приводит к её сгущению, отсюда головные боли, учащается сердцебиение, увеличивается давление, снижается работоспособность, появляется слабость; пищеварение также замедляется, потому что внутри желудочно-кишечного тракта снижается концентрация жидкости, что часто приводит к запорам; снижается иммунитет за счёт высыхания слизистых дыхательных путей, что часто приводит к ОРВИ;

в воздухе повышается концентрация аллергенов респираторного типа, потому что они связываются капельками влаги, если норма влажности воздуха в помещениях нормальная.

При повышенной влажности: жители домов страдают хроническими респираторными заболеваниями: аллергия, насморк, бронхит, астма; размножение микроорганизмов становится причиной появления неприятного запаха; портиться мебель, долго сохнет постиранное белье. Способствует размножению плесневых грибков, которые, могут вызывать аллергические реакции. [7]

4. Нормативы влажности в помещениях

Оптимальные значения влажности в помещениях регламентируются нормативными документами, такими как ГОСТы, СНиПы и СанПиНы. В СанПиН 2.2.4.1294-03 указаны нормативные значения влажности в помещениях, в которых проводится обучение и воспитание детей. Согласно данному санитарному правилу, влажность воздуха в таких помещениях должна быть в пределах от 40% до 60%. Нарушение этих норм может

негативно сказаться на здоровье школьников и преподавательского состава, приводя к снижению иммунитета, ухудшению концентрации внимания и общей производительности. [1]

В тёплое время года влажность в диапазоне 30-60%. Максимально допустимая норма равна 65%. В холодное время норма – это 30-45%, максимальная – 60%. В зимний сезон, когда в домах включается система отопления, резко снижается содержание влаги внутри комнат – на 15-20%. Если в доме живут дети, то в их комнатах норматив немного другой: 50-70%.

В доме присутствуют растения, мебель, бытовая техника и прочее. Нормативы: для растений – 40-70%, книги лучше хранить при влажности 30-65%, мебель и картины хорошо сохраняются при 40-60%, для техники подойдёт 45-60%. [9]

Как можно регулировать влажность:

1) При повышенной влажности: организовать частое проветривание; установить осушители воздуха; использовать для обогрева дома обогреватели разного типа; не сушить внутри белье.

2) Для повышения относительной влажности: установить в одной из комнат аквариум или фонтан декоративного типа; как можно меньше использовать кондиционеры и обогреватели; установить разбрызгиватели, увлажнители, чаще проводить влажную уборку; разложить на радиаторах отопления влажные полотенца; развести как можно больше домашних растений.

Комнатная температура +18-22 °С – оптимальный режим, при котором влажность также находится в идеальном состоянии. [9]

5. Приборы для измерения влажности воздуха

Гигрометр — это измерительный прибор, при помощи которого определяется объем водяного пара в воздухе. Принцип работы этого оборудования зависит от его вида. Волосной (Приложение 1), пленочный (Приложение 2), весовой (Приложение 3), конденсационный (Приложение 4), психрометрический (Приложение 5), электронный: емкостные датчики влажности, оптический датчик влажности, резистивный датчик влажности. [10] (Приложение 6)

6. Практическая часть

6.1 Изготовление гигрометров своими руками

1. Самодельный гигрометр психрометрический

Материалы и оборудование: два комнатных термометра, шприц, силиконовая трубка, вата. немного чистой воды, психрометрическая таблица, картон.

Ход выполнения опыта

1. Закрепить на картоне два комнатных термометра на одном уровне.
2. Обмотать марлей спиртовой шарик у одного из термометров.
3. Свободный конец ткани поместить в сосуд с водой на глубину 5-6 мм.

Вывод: в результате испарения жидкости температура понижается, поэтому термометры будут показывать разные значения. Влажность определить по психрометрической таблице. Погрешность составляет 9,5%. (Приложение 7)

2. Гигрометр из природных материалов

Материалы: шишка, картон, ножницы, клей, проволока, гвозди.

Ход выполнения опыта

1. Собрал стойку из фанеры.
2. Закрепил шишку к стойке при помощи гвоздя.
3. К одной из чешуек прикрепил проволочку – стрелка указатель.
4. Изобразил шкалу, используя психрометр.
5. Наблюдал за отклонением стрелки в разных помещениях квартиры.

Вывод: если шишка раскрыла полностью свои чешуйки, то в помещении недостаточная влажность. При нормальной влажностью чешуйки останутся закрытыми, когда кончики поднимаются вверх, ощущается избыток влаги. Точные данные влажности воздуха не удастся получить. [11] (Приложение 9)

3. Волосной гигрометр

Оборудование и материалы: картон, конский волос, одеколон, булавка.

Ход выполнения опыта

1. Вырезать стрелку из тонкого картона.
2. Закрепить стрелку при помощи булавки на листе картона.

3. Волос обезжирить одеколоном.
4. Изобразить шкалу на основе прибора.
5. Закрепить волос к стрелке и на основе.
6. Вертикально расположить прибор над батареей, отметить положение стрелки.
7. Поместить прибор в ванную комнату, отметить показание стрелки.
8. Провести измерения в комнате с помощью собранного прибора.

Вывод: при намокании, волос растягивается, стрелка показывает значение влажности. Преимущество таких приборов – простота и дешевизна в реализации. Недостатки: высокая погрешность. [8] (Приложение 10)

4. Гигрометр из дерева

Материалы и оборудование: еловая древесина, столярный клей, пропитка для дерева, воск, болт М6, гайка, саморезы по дереву, шуруповерт, молоток, пила.

Ход выполнения прибора:

1. Вырезать заднюю стенку корпуса. Направление волокон древесины расположены параллельно длине заготовки.
2. Вырезать боковые стенки с отверстиями, для проветривания.
3. Склеить боковые стенки с задней поверхностью.
4. Выпилить стрелку, проделать в ней два отверстия.
5. В верхней части задней стенки сделать отверстие,
6. Покрыть все детали морилкой, затем тщательно просушить, и пропитать поверхности воском, и можно собирать прибор.
7. Вставить в пазы корпуса еловую дощечку - сенсор.
8. Проградуировать гигрометр из дерева с помощью электронного гигрометра. (Приложение 8)

Вывод: любая древесина может расширяться и сокращаться в зависимости от изменения влажности в помещении. Процент влажности воздуха не измерить точно, а только его уровень: понижен, превышен или приемлемые показания.

5. Сборка электронного гигрометра

В качестве платформы для электронного гигрометра использовал Arduino UNO, датчик температуры и влажности DHT11 (измеряет влажность от 20 до 80%), электронный дисплей, макетную плату, соединительные провода со штекером, батарейки 9 В. Схема соединения (Приложение 11).

1) Соединил при помощи проводов датчик температуры и влажности DHT11 с платформой Arduino UNO [4]
2) Подсоединил платформу Arduino UNO с электронным дисплеем. [6]
3) Подключил провода для питания электронного гигрометра.
4) Загрузил скетч на плату Arduino UNO. (Приложение 12)
5) Подключил к источнику питания и протестировал работу датчика влажности [2]

Вывод: электронным датчиком удобно измерять влажность в любых помещениях, погрешность измерения 5 %.

6.2 ***Измерение влажности воздуха в разных помещениях школы***

Приборы и материалы: гигрометр психрометрический, электронный датчик влажности DHT11, цифровой мультидатчик влажности из комплекта цифровой лаборатории РобикЛаб «Точки Роста», компьютер, вода, таблица психрометрическая.

Ход выполнения работы

1. Проводил измерения влажности до уроков, после первого урока, используя мультидатчик влажности из комплекта цифровой лаборатории РобикЛаб в кабинете физики, кабинете начальной школы, библиотеке, спортивном зале. Мультидатчик имеет погрешность 10%.

2. Результаты измерений влажности занес в таблицу 1. Вычислил среднее значение влажности за неделю по каждому помещению: кабинет физики 39,6%; кабинет начальной школы 36,6%; спортивный зал 38,1%; библиотека 35,9%. (Приложение 14)

3. Определил влажность с помощью психрометра в кабинете физики, используя психрометрическую таблицу (Приложение 13). Результаты занес в таблицу 2 (Приложение 15)

4. Вычислил погрешность измерений для психрометра:

Абсолютная погрешность $\Delta t=\Delta_u t+\Delta_0 t$, $\Delta_u t=1^0$C –абсолютная инструментальная погрешность, $\Delta_0 t=0{,}5^0$ C – абсолютная погрешность отсчета (половина цены деления). $\Delta t = 1{,}5^0$C - абсолютная погрешность термометра.

Относительная погрешность: $\acute{\varepsilon}_\varphi = \frac{\Delta t}{tc} + \frac{\Delta t}{tв}$; $\acute{\varepsilon}_\varphi = \frac{1{,}5}{17}+\frac{1{,}5}{22} = 0{,}088+0{,}068=0{,}156$; $\acute{\varepsilon}_\varphi=15{,}6\%$

Абсолютная погрешность психрометра: $\Delta\varphi = \acute{\varepsilon}_\varphi \cdot \varphi$; $\Delta\varphi = 0{,}156 \cdot 61=9{,}5\%$ [3]

5. Сравнил результаты измерений влажности в кабинете физики с помощью гигрометра психрометрического, электронного датчика влажности DHT11, цифрового мультидатчика влажности из комплекта цифровой лаборатории РобикЛаб «Точки Роста». Результаты измерений занес в таблицу 3 (Приложение 16).

6. Цифровой мультидатчик из комплекта Робиклаб «Точка роста» может одновременно измерять три величины: влажность, температуру воздуха, температуру точки росы. Определил влажность воздуха по температуре точки росы: $t_p = 7{,}9^0$C, $t = 23{,}1^0$C. По таблице зависимости температуры точки росы (Приложение 17) при относительной влажности воздуха, нашел относительную влажность: 40%. Мультидатчик влажности показал значение: 37,7%. Значения оказались приближенно равны.

Вывод: влажность воздуха изменяется с течением времени, во всех помещениях после первого урока она повышалась. Значения влажности воздуха в библиотеке и кабинете начальной школы не соответствуют санитарно-гигиеническим нормам, ниже 40%. Воздух является сухим, что может привести к увеличению заболеваемости простудными болезнями у учащихся и учителей.

Показания электронного датчика влажности DHT11- 39%, цифрового мультидатчика влажности 37,7%, численно приблизительно равны, а показания психрометра - 54%, что выше на 14%, чем у современных датчиков. что составляет достаточно большие расхождения.

7. **Заключение.** Изготовление самодельного гигрометра – прекрасная возможность создать нужную вещь вместе с родителями, испытать её на

практике, развивает интерес к физическим явлениям окружающего мира. Бесплатная рукотворная поделка будет востребована в быту и поможет контролировать уровень влажности воздуха в доме. Регулярное измерение и поддержание оптимальной влажности помогает предотвратить возникновение проблем со здоровьем, поддерживая комфортные и безопасные условия работы и пребывания в помещении. Нормальный рост домашних растений, долгая эксплуатация бытовой техники, мебели и другой домашней утвари тоже зависит от влажности воздуха в помещениях.

Вывод:

1. Более удобным и практичным оказался гигрометр, работающий на плате Arduino UNO по сравнению с цифровым датчиком влажности из комплекта цифровой лаборатории РобикЛаб «Точки Роста», и психрометром.
2. Влажность воздуха не во всех кабинетах соответствует санитарно-гигиеническими нормам, пониженная влажность воздуха, что может привести к увеличению заболеваемости простудными болезнями у учащихся и учителей. Необходимо применять увлажнители воздуха, чаще делать влажные уборки кабинетов.
3. Изготовил простейшие гигрометры своими руками из дерева, шишки, конского волоса, к сожалению, показания этих приборов являются приблизительными. Собранный электронный гигрометр на платформе Arduino UNO измеряет не только влажность, но и температуру воздуха, имеет небольшую погрешность измерений 5 %.

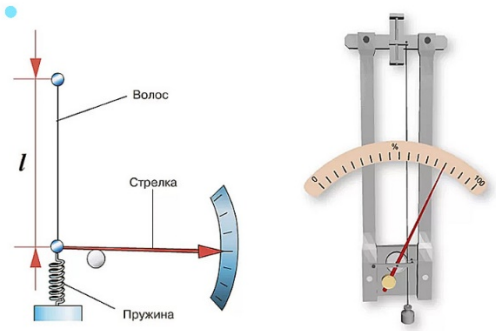
8. Список литературы и источников информации

1) Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и нормы.—М.; Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001. —20 с
2) Джереми Б. Изучаем Arduino / Б. Джереми – СПб.: Издательский центр «БХВ-Петербург», 2015. – 401с
3) Залетова Е.Н. Лабораторная работа «Определение относительной влажности воздуха» // Физика: проблемы преподавания. – 2004. – № 1. – С. 28-30

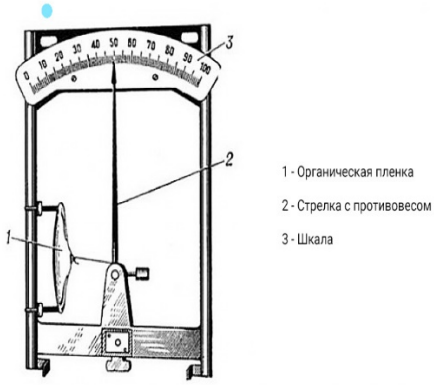
4) Петин В. Проекты с использованием контролера Arduino / В. Петин СПб.: Издательский центр «БХВ-Петербург», 2014. – 333с
5) Перышкин И.М., Иванов А.И. Физика: 8-й класс: учебник/ 2-е изд., Москва: Просвещение, 2022
6) Видеоуроки по Arduino от Джереми Блум. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://amperka.ru/ (дата обращения: 11.11.2023)
7) Влажность воздуха – определение, формулы, примеры [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://skysmart.ru/articles/physics/vlazhnost-vozdukha (дата обращения: 05.11.2023)
8) Совет инженера – интернет-энциклопедия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://sovet-ingenera.com/ (дата обращения: 05.11.2023)
9) Нормативы нормальной влажности воздуха в разных по назначению помещениях [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://mstrana.ru/articles/normalnaya-vlazhnost-vozdukha/ (дата обращения: 06.11.2023)
10) Приборы для измерения влажности воздуха [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://tion.ru/blog/pribory-dlya-izmereniya-vlazhnosti-vozduha/ (дата обращения: 09.11. 2023)
11) Делаем гигрометры своими руками: все доступные способы [Электронныйресурс].Режимдоступа:https://1beton.info/proizvodstvo/rabota/vlagomery/vidy-vl/gigrometry/sozdanie-svoimi-rukami (дата обращения: 06.11.2023)

9. Приложения

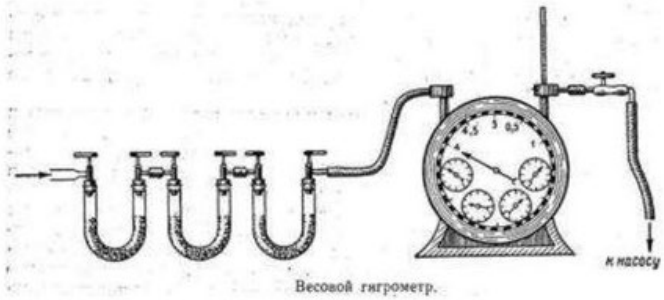
Приложение 1 Волосной гигрометр



Приложение 2 Пленочный гигрометр

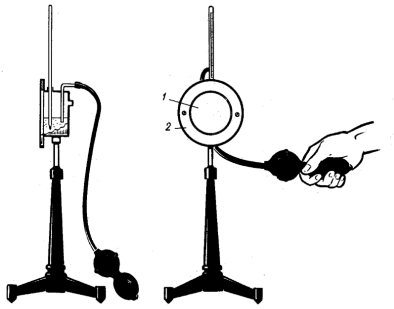


Приложение 3 Весовой гигрометр



Весовой гигрометр.

Приложение 4 Конденсационный гигрометр

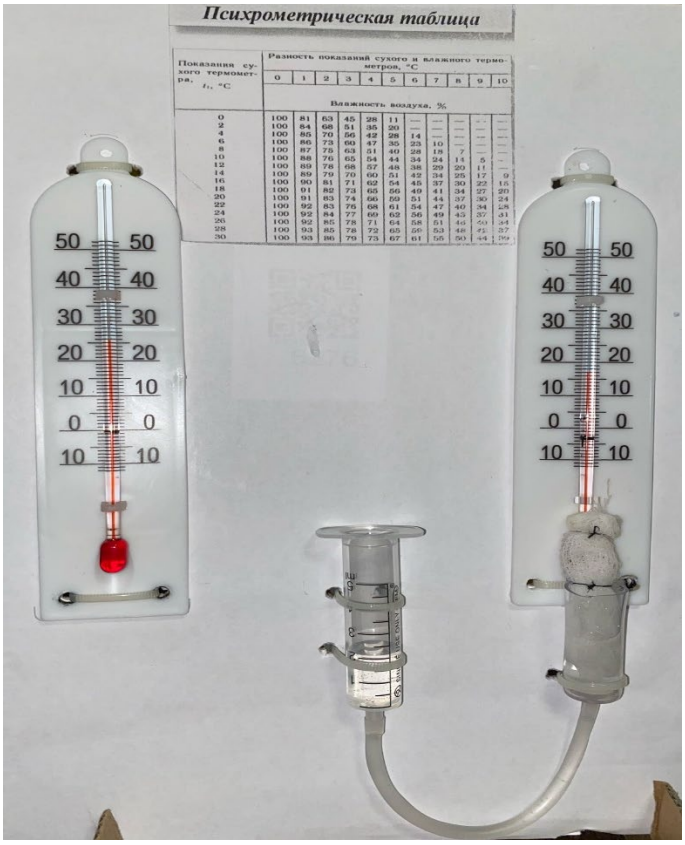


Приложение 5 Гигрометр психрометрический





Приложение 7 Самодельный гигрометр психрометрический

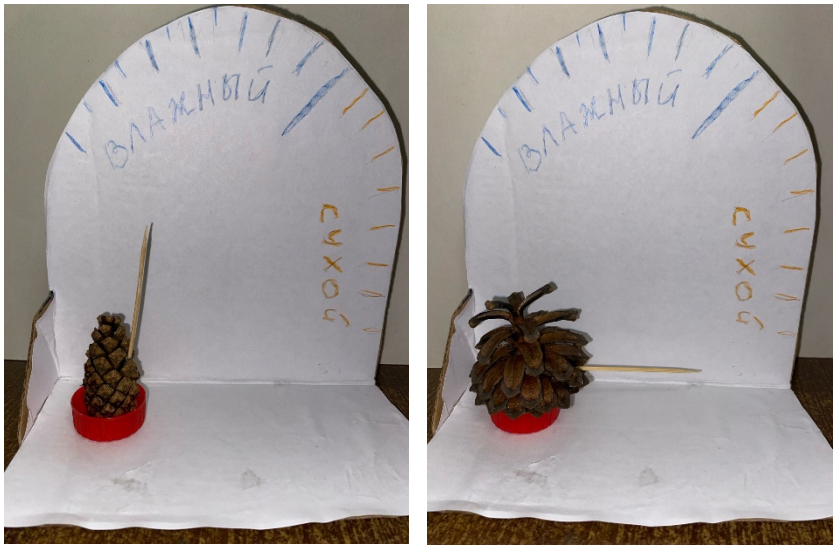


Приложение 8 Самодельный деревянный гигрометр

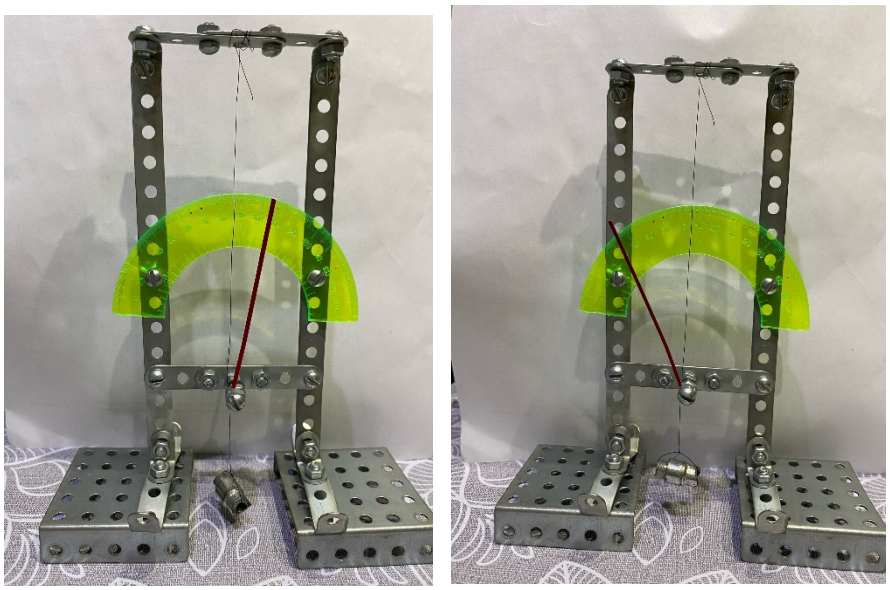




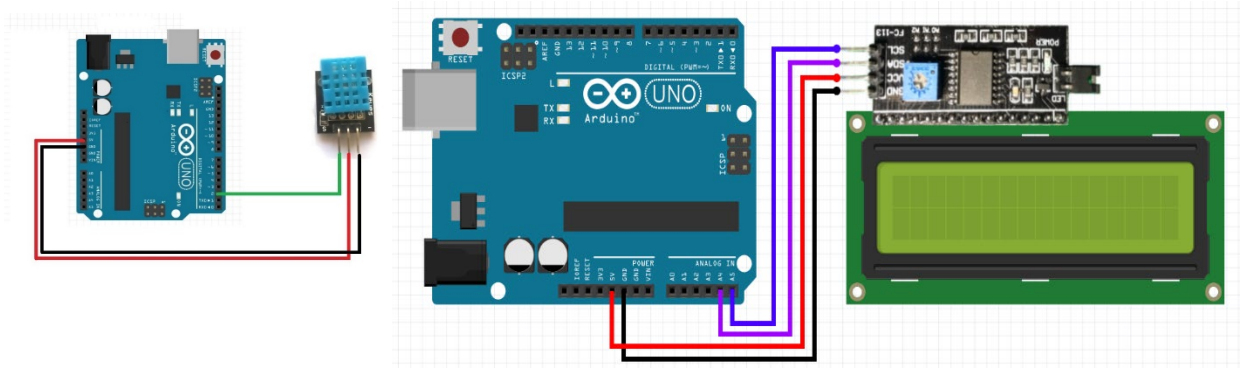
Приложение 9 Биологический гигрометр

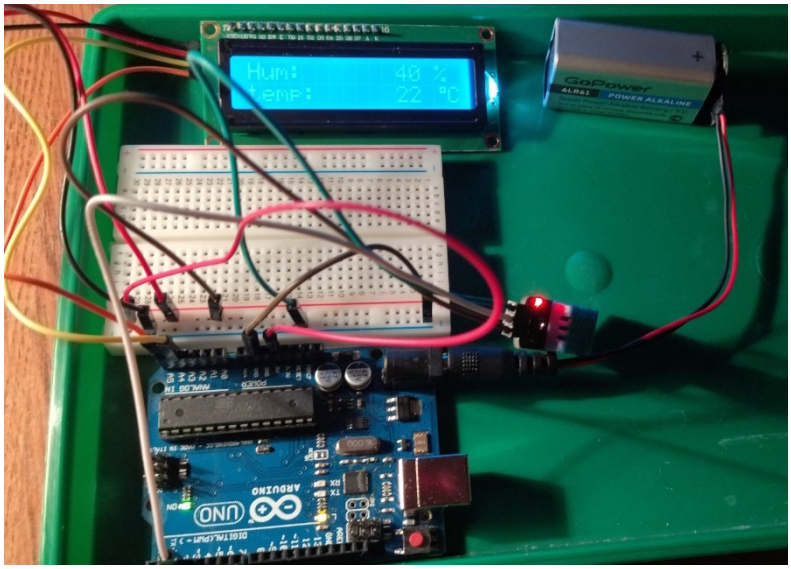


Приложение 10 Самодельный волосной гигрометр



Приложение 11 Схема сборки электронного гигрометра на плате Arduino UNO





Приложение 12 Программа скетча на плату Arduino UNO

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
#include <dht11.h>
dht11 sensor;
#define DHT11PIN 2
byte degree[8] = // кодируем символ градуса
{
  B00111,
  B00101,
  B00111,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
};
void setup()
{
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.createChar(1, degree); // Создаем символ под номером 1
}
void loop()
{
  int chk = sensor.read(DHT11PIN);
```

```
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Hum:        %");
  lcd.setCursor(11, 0);
  lcd.print(sensor.humidity);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("temp:       \1C");
  lcd.setCursor(11, 1);
  lcd.print(sensor.temperature);
  delay(2000);
}
```

Приложение 13 Психрометрическая таблица

Показания сухого термометра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров в градусах											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Относительная влажность, %											
0	100	81	63	45	28	11						
1	100	83	65	48	32	16						
2	100	84	68	51	35	20						
3	100	84	69	54	39	24	10					
4	100	85	70	56	42	28	14					
5	100	86	72	58	45	32	19	6				
6	100	86	73	60	47	35	23	10				
7	100	87	74	61	49	37	26	14				
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7			
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11			
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5		
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8		
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11		
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6	
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9	
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12	5
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15	8
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17	10
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20	13
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22	15
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24	18
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26	20
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	22
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30	24
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	26
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33	27
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34	29
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36	30
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37	32
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38	33
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	34

Приложение 14 Таблица 1 Результаты измерений влажности воздуха с помощью мультидатчика влажности из комплекта цифровой лаборатории РобикЛаб

Дата/ Влажность	Кабинет физики	Кабинет начальной школы	Спортивный зал	Библиотека
23.10.2023 До уроков После первого урока	36.5% 40,2%	30% 35,5%	32,4% 39,3%	33,2% 35%
24.10.2023				

До уроков После первого урока	38,2% 42,3%	33,2% 37,5%	37,3% 42,1%	34,4% 36%
25.10.2023 До уроков После первого урока	 36,2% 41,7%	 37,1% 40,5%	 34% 39,6%	 35.4% 38,9%
26.10.2023 До уроков После первого урока	 37,6% 41,2%	 35,8% 40,1%	 36,9% 42,1%	 35,2% 37,2%
27.10.2023 До уроков После первого урока	 38,5% 43,2%	 37,9% 38,5%	 35,8% 41,1%	 36,2% 37,1%
Среднее значение влажности	39,6%	36,6%	38,1%	35,9%

Приложение 15 Таблица 2 Результаты измерений влажности с помощью психрометра

Дата	Температура воздуха, ^{0}C	Температура влажного термометра, ^{0}C	Разность температур, ^{0}C	Влажность, %
13.11.2023	22	16	6	54% ∓ 9,5%

Приложение 16 Таблица 3 Сравнение показаний разных приборов для измерения влажности в кабинете физики

Дата	Влажность, %	Психрометр	Электронный датчик	Цифровой датчик
13.11.2023	Влажность с абсолютной погрешностью прибора	54% ∓ 9,5%	39% ∓ 5%	37,7 ∓ 10%

13.11.2023	Температура воздуха, ^{0}C	22^{0}C	22^{0}C	23,1^{0}C
13.11.2023				Точка росы 7,9^{0}C Влажность: 40%

Приложение 17 Таблица Температура точки росы при относительной влажности воздуха

Темпе-ратура воздуха	Температура точки росы при относительной влажности воздуха (%)													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	**95%**
-10°C	-23,2	-21,8	-20,4	-19	-17,8	-16,7	-15,8	-14,9	-14,1	-13,3	-12,6	-11,9	-10,6	-10
-5°C	-18,9	-17,2	-15,8	-14,5	-13,3	-11,9	-10,9	-10,2	-9,3	-8,8	-8,1	-7,7	-6,5	-5,8
0°C	-14,5	-12,8	-11,3	-9,9	-8,7	-7,5	-6,2	-5,3	-4,4	-3,5	-2,8	-2	-1,3	-0,7
+2°C	-12,8	-11	-9,5	-8,1	-6,8	-5,8	-4,7	-3,6	-2,6	-1,7	-1	-0,2	-0,6	1,3
+4°C	-11,3	-9,5	-7,9	-6,5	-4,9	-4	-3	-1,9	-1	0	0,8	1,6	2,4	3,2
+5°C	-10,5	-8,7	-7,3	-5,7	-4,3	-3,3	-2,2	-1,1	-0,1	0,7	1,6	2,5	3,3	4,1
+6°C	-9,5	-7,7	-6	-4,5	-3,3	-2,3	-1,1	-0,1	0,8	1,8	2,7	3,6	4,5	5,3
+7°C	-9	-7,2	-5,5	-4	-2,8	-1,5	-0,5	0,7	1,6	2,5	3,4	4,3	5,2	6,1
+8°C	-8,2	-6,3	-4,7	-3,3	-2,1	-0,9	0,3	1,3	2,3	3,4	4,5	5,4	6,2	7,1
+9°C	-7,5	-5,5	-3,9	-2,5	-1,2	0	1,2	2,4	3,4	4,5	5,5	6,4	7,3	8,2
+10°C	-6,7	-5,2	-3,2	-1,7	-0,3	0,8	2,2	3,2	4,4	5,5	6,4	7,3	8,2	9,1
+11°C	-6	-4	-2,4	-0,9	0,5	1,8	3	4,2	5,3	6,3	7,4	8,3	9,2	10,1
+12°C	-4,9	-3,3	-1,6	-0,1	1,6	2,8	4,1	5,2	6,3	7,5	8,6	9,5	10,4	11,7
+13°C	-4,3	-2,5	-0,7	0,7	2,2	3,6	5,2	6,4	7,5	8,4	9,5	10,5	11,5	12,3
+14°C	-3,7	-1,7	0	1,5	3	4,5	5,8	7	8,2	9,3	10,3	11,2	12,1	13,1
+15°C	-2,9	-1	0,8	2,4	4	5,5	6,7	8	9,2	10,2	11,2	12,2	13,1	14,1
+16°C	-2,1	-0,1	1,5	3,2	5	6,3	7,6	9	10,2	11,3	12,2	13,2	14,2	15,1
+17°C	-1,3	0,6	2,5	4,3	5,9	7,2	8,8	10	11,2	12,2	13,5	14,3	15,2	16,6
+18°C	-0,5	1,5	3,2	5,3	6,8	8,2	9,6	11	12,2	13,2	14,2	15,3	16,2	17,1
+19°C	0,3	2,2	4,2	6	7,7	9,2	10,5	11,7	13	14,2	15,2	16,3	17,2	18,1
+20°C	1	3,1	5,2	7	8,7	10,2	11,5	12,8	14	15,2	16,2	17,2	18,1	19,1
+21°C	1,8	4	6	7,9	9,5	11,1	12,4	13,5	15	16,2	17,2	18,1	19,1	20
+22°C	2,5	5	6,9	8,8	10,5	11,9	13,5	14,8	16	17	18	19	20	21

+23°C	3,5	5,7	7,8	9,8	11,5	12,9	14,3	15,7	16,9	18,1	19,1	20	21	22
+24°C	4,3	6,7	8,8	10,8	12,3	13,8	15,3	16,5	17,8	19	20,1	21,1	22	23
+25°C	5,2	7,5	9,7	11,5	13,1	14,7	16,2	17,5	18,8	20	21,1	22,1	23	24
+26°C	6	8,5	10,6	12,4	14,2	15,8	17,2	18,5	19,8	21	22,2	23,1	24,1	25,1
+27°C	6,9	9,5	11,4	13,3	15,2	16,5	18,1	19,5	20,7	21,9	23,1	24,1	25	26,1
+28°C	7,7	10,2	12,2	14,2	16	17,5	19	20,5	21,7	22,8	24	25,1	26,1	27
+29°C	8,7	11,1	13,1	15,1	16,8	18,5	19,9	21,3	22,5	22,8	25	26	27	28
+30°C	9,5	11,8	13,9	16	17,7	19,7	21,3	22,5	23,8	25	26,1	27,1	28,1	29
+32°C	11,2	13,8	16	17,9	19,7	21,4	22,8	24,3	25,6	26,7	28	29,2	30,2	31,1