



# Метеорологические наблюдения

Рабочая тетрадь по курсу внеурочной  
деятельности

Ученика(цы) ..... класса .....

..... ШКОЛЫ .....

.....

.....



Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №9»

# **Метеорологические наблюдения**


**Рабочая тетрадь по курсу  
внеурочной деятельности**

**Составители:**

учителя МБОУ «Средняя  
общеобразовательная школа №9  
Татаркина В.П., Дубинина Л.П.,  
Литвиненко Р.И.

Таштагол, 2021

Эта тетрадь создана для того, чтобы помочь Вам в освоении курса внеурочной деятельности «Метеорологические наблюдения».

Значком  помечены задания, в которых используется справочная информация. Справочная информация содержится в приложении к рабочей тетради.

Метеорология – наука экспериментальная, поэтому при выполнении практических работ Вы будете использовать оборудование Школьной учебной метеостанции и научитесь пользоваться различными приборами: психрометрами и гигрометрами, барометрами, различными термометрами, осадкомером, флюгером, солнечными часами и др.

Так же для измерения параметров атмосферы Вы будете использовать цифровую метеостанцию на основе микроконтроллера Arduino, разработанную учеником 11 класса Мальцевым Львом, которая является электронным приложением и дополнением к Школьной учебной метеостанции. Она предназначена для сбора и анализа метеорологических данных, полученных с датчиков.

Состоит из датчиков температуры и давления, измерения высоты, детектора качества воздуха. Датчики, установленные на окне кабинета географии или в любом другом месте здания школы, измеряют параметры погодных условий и передают все полученные данные на базовую станцию по радиоканалу. Размеры и вес ячейки с датчиками позволяют проводить сбор данных на любой высоте, т.е. можно использовать шар-зонд для измерения метеоданных в более высоких слоях атмосферы. Показания датчиков отображаются на сенсорном дисплее. Базовая станция находится в кабинете географии. Измерение параметров состояния атмосферы работает круглосуточно. На дисплей метеостанции можно вывести показания и графики различных показателей погоды и наличия вредных примесей в атмосфере (температура воздуха, давление, концентрации CO, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>)



Рис.1. Школьная цифровая метеостанция






**Цель работы:** формирование умений вести наблюдения за изменениями погоды.


**Ход работы:**

**1. Знакомство с приемами наблюдения за погодой:**

Определения температуры воздуха, направления и силы ветра, облачности, высоты Солнца над горизонтом.

Условные знаки для обозначения явлений погоды

Состояние облачности	Осадки	Направление ветра
 <p>Безоблачно Незначительная Средняя С просветами Сплошная</p>	 <p>Дождь Снег Туман Морось Иней Град Снежная крупа Роса Гололед Метель</p>	 <p>Северный Южный Западный Восточный Северо-западный</p>
<p>Виды облаков</p>  <p>Перистые Слоистые Кучевые Кучево-дождевые</p>		<p>Сила ветра (обозначается на стрелке направления ветра)</p>  <p>1 балл 2 балла 3 балла короткий штрих – 1 балл длинный штрих – 2 балла</p>

 **2.** Используя справочные материалы к работе №1, познакомьтесь со **Шкалой Бофорта**. Эта шкала служит для визуальной оценки силы (скорости) ветра в баллах по его действию на наземные предметы или по волнению на море.

**3.** Зарисуйте три схемы измерения угла падения солнечных лучей. Определите, какому времени года соответствует каждый рисунок.

--	--	--

63°

40°

20°

3. В отдельной тонкой тетради в клетку начертите календарь погоды на текущий месяц и ежедневно отмечайте в нём свои наблюдения

Дата	Время наблюдения	Высота Солнца	Температура		Ветер (направление, сила)	Облачность	Вид осадков	Количество осадков
			Наблюдаемая	средняя				
	8 час							
	13 час							
	19 час							
	8 час							
	13 час							
	19 час							
	8 час							
	13 час							
	19 час							
	8 час							
	13 час							
	19 час							
	8 час							
	13 час							
	19 час							
	8 час							
	13 час							
	19 час							

**Цели работы:** Отработка умений наблюдать за сезонными изменениями погоды, учиться фиксировать и оформлять результаты наблюдений

**Оборудование:** Цифровая метеолаборатория, школьная метеостанция

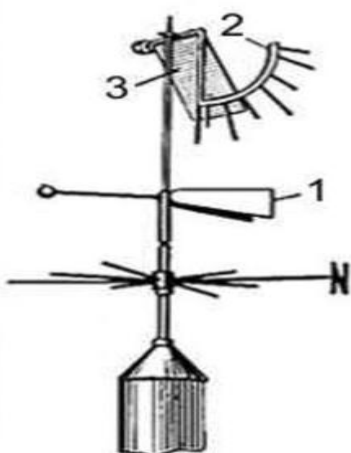
**Ход работы:**

**1. Работа с флюгером**

Найдите указатель направления на север.

Найдите указатель направления ветра.

Найдите указатель силы ветра, используя штифты

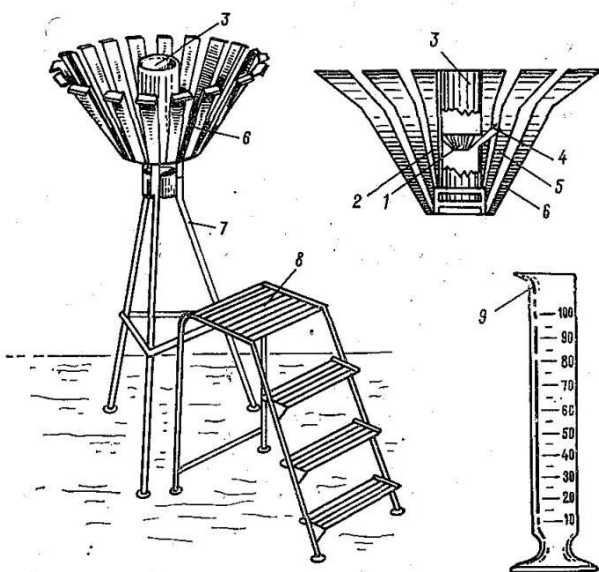


Обозначьте на рисунке части флюгера:

- 1. \_\_\_\_\_
- 2. \_\_\_\_\_
- 3. \_\_\_\_\_

**2. Работа с осадкомером**

**Осадкомер**необходим для определения количества осадков. На вкопанном столбе высотой 2 метра укреплен таган для осадкомера, а к последнему прикреплена защита Нифера и осадкомерный сосуд.



Назовите части осадкомера

- 1. \_\_\_\_\_
- 2. \_\_\_\_\_
- 3. \_\_\_\_\_
- 4. \_\_\_\_\_
- 5. \_\_\_\_\_
- 6. \_\_\_\_\_
- 7. \_\_\_\_\_
- 8. \_\_\_\_\_
- 9. \_\_\_\_\_



### 3. Знакомство с метеорологической будкой

Используя справочные материалы к работе №2, познакомьтесь с устройством метеорологической будки.


Подпишите приборы размещенные в метеобудке:



1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_

4. Измерьте температуру и атмосферное давление с помощью датчиков цифровой метеостанции и сравните полученными показаниями

5. Оформите результаты наблюдения за погодой в таблице

Состояние нижнего слоя атмосферы	1	2	3
Температура воздуха °С	+15°С		
Атмосферное давление мм рт.ст	745мм		
Направление ветра	3		
Облачность			
Осадки	-----		

- Построение розы ветров, диаграмм облачности и осадков по имеющимся данным. Выявление причин изменения погоды

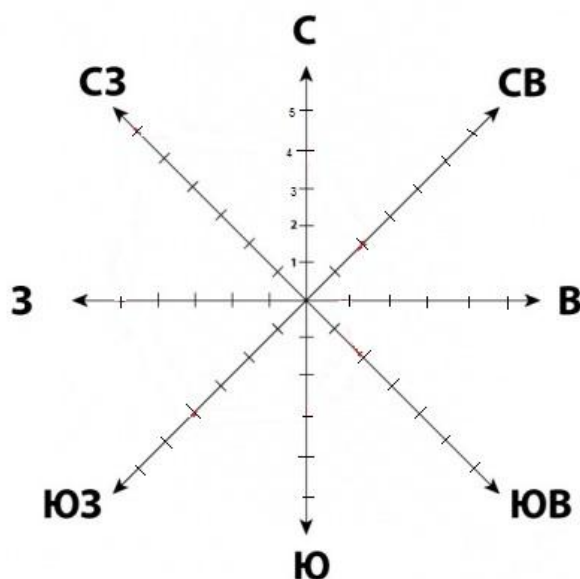
**Цель работы:** формирование умений обрабатывать материалы своих наблюдений за погодой, делать выводы о состоянии погоды, давать описания погоды.

**Ход работы:**

1. Проанализируйте данные за февраль месяц и обобщите их в виде таблицы:

Направление ветра и количество дней с таким направлением	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ

2. Роза ветров



3. Постройте диаграмму роза ветров с помощью электронных таблиц Excel.

**Вставка диаграммы:**

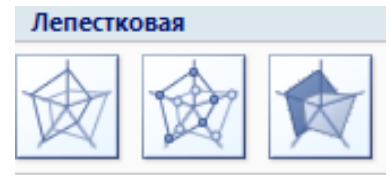
1. Перенести данные в таблицу Excel.
2. Выделить таблицу
3. Установить курсор рабочего поля в место вставки диаграммы.
3. Перейти к вкладке «Вставка», щелкнуть по команде Диаграмма





на вкладке Иллюстрации

4. В появившемся окне Вставка диаграммы выбрать тип диаграммы **Лепестковая**, а затем ее вид, щелкнув по соответствующей картинке в правой части окна Вставка диаграммы.



5. Нажать клавишу ОК.

6. В указанном пользователем месте рабочего документа появится диаграмма выбранного типа и вида

#### 4. Заполните таблицу, используя календарь погоды

направление	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
С													
СВ													
В													
ЮВ													
Ю													
ЮЗ													
З													
СЗ													
штиль													

Сделайте вывод о преобладающих направлениях ветра, причины этой зависимости.

---

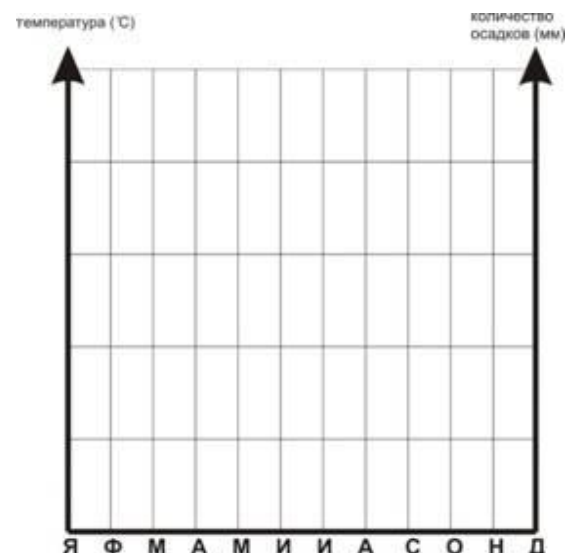
---

---

5. Постройте в Excel столбчатую гистограмму осадков по сезонам года, используя данные календаря погоды.

Для этого:

Подсчитайте количество дней с осадками по месяцам

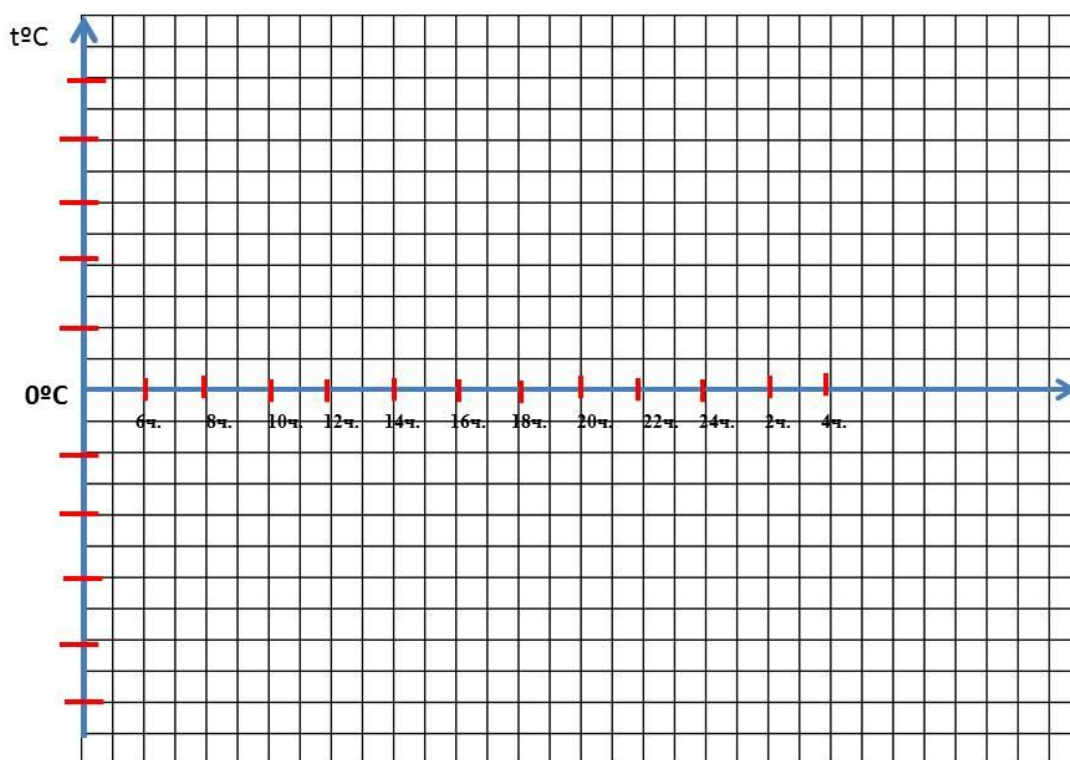


- Установление особенностей суточного хода температуры воздуха на основе построенного графика (по материалам календаря погоды)

**Цель работы:** Установить особенности суточного хода температуры воздуха; научиться строить графики температуры по материалам календаря погоды.

**Ход работы:**

1. По материалам календаря погоды начертить график изменения температуры воздуха за сутки. Предварительно подсчитайте, сколько клеточек займет вертикальная ось, если одна клетка составляет один градус, и сколько – горизонтальная ось (две клеточки – один срок наблюдения).



2. По предложенному графику определите:
  - когда температура воздуха была самой низкой? \_\_\_\_\_
  - когда температура воздуха была самой высокой? \_\_\_\_\_
  - чему равна суточная амплитуда температур? \_\_\_\_\_
  - чему равна среднесуточная температура? \_\_\_\_\_
3. Сделайте вывод, какие еще причины оказывают влияние на суточный ход температуры.

**ВЫВОД:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Цель работы:** составить описание погоды своей местности

**Ход работы:**

1. Дата проведения описания \_\_\_\_\_

2. Охарактеризуйте осадки:

Вид осадков \_\_\_\_\_

Количество \_\_\_\_\_

Период выпадения \_\_\_\_\_

3. Проанализируйте, как изменялось атмосферное давление, и определите зависимость между атмосферным давлением и выпадением осадков.

---



---



---

4. Определите температуру воздуха

максимальная \_\_\_\_\_

минимальная \_\_\_\_\_

средняя \_\_\_\_\_

5. Распределение облачности по дням:

Облачность	Количество дней
Безоблачная	
Переменная	
Сплошная	

6. Какое влияние погода оказывает на людей, их здоровье и их хозяйственную деятельность.

**ВЫВОД:** \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---

**Цель работы:** Научиться прогнозировать погоду на несколько дней.

**Ход работы:**

Прочитайте задания и спрогнозируйте погоду в последующие дни

**Задание 1.**

15 сентября. Пасмурно, моросит дождь, температура  $+15^{\circ}$ , атмосферное давление 737мм.рт.ст.

16 сентября. Пасмурно, моросит дождь, температура  $+17^{\circ}$ , атмосферное давление 740мм.рт.ст.

17 сентября. Пасмурно, температура  $+18^{\circ}$ , атмосферное давление 743мм.рт.ст.

---

---

---

---

**Задание 2.**

13 февраля. Безоблачно, температура  $-19^{\circ}$ , атмосферное давление 747мм.рт.ст

14 февраля. Пасмурно, температура  $-12^{\circ}$ , атмосферное давление 745мм.рт.ст.

15 февраля. Пасмурно, температура  $-12^{\circ}$ , атмосферное давление 744 мм.рс.ст.

---

---

---

---

**Задание 3.**

6 марта. Пасмурно, температура  $-10^{\circ}$ , атмосферное давление 737мм.рт.ст.

7 марта. Пасмурно, температура  $-13^{\circ}$ , атмосферное давление 740мм.рт.ст.

8 марта. Безоблачно, температура  $-15^{\circ}$ , атмосферное давление 743мм.рт.ст.

---

---

---

---

**Цель работы:** Научиться работать с почвенными термометрами.

**Ход работы:**



1. Перед выполнением работы ознакомиться со справочными материалами по изменению температуры почвы в зависимости от поступления солнечной радиации.

1. Сделать измерения почвенными термометрами по минимальному и максимальному, данные оформить в виде таблицы.
2. Результаты занести в таблицу

Вид термометра	Показания термометров		
	Зафиксированные	Поправка	Конечные величины
1. Максимальный			
до встряхивания			
после встряхивания			
2. Минимальный			
спирт			
штифт			
3. Почвенный			
5 см			
10 см			
15 см			
20 см			

**Цель работы:** научиться пользоваться приборами для измерения влажности.

**Ход работы:**



**1.** Перед выполнением работы ознакомиться со справочными материалами по теме влажность воздуха, изучить приборы для измерения влажности.

**2.** Определить влажность воздуха с помощью психрометра, запишите показания температуры по сухому термометру.

**3.** Смочить батист в резервуаре влажного термометра. Определить показатели температуры на влажном термометре

**4.** Занести значения в таблицу.

**5.** По психометрической таблице найти показатели влажности воздуха.

	Показания термометров	Величина поправки	Конечная величина влажности
1. Сухой термометр			
2. Влажный термометр			
3. Относительная влажность			

**Цель работы:** Изучить устройство приборов для измерения атмосферного давления, овладеть методикой измерения.

**Ход работы:**



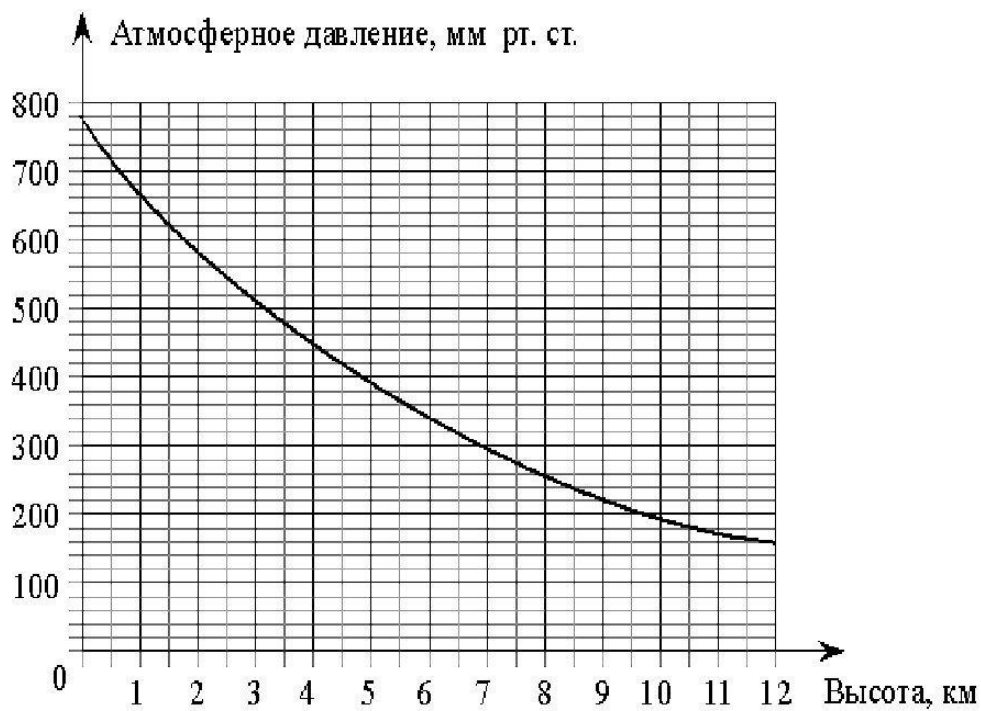
### Изучение приборов для измерения атмосферного давления

1. Используя справочные материалы к работе №9, познакомьтесь с единицами измерения атмосферного давления.
2. Изучите и зарисуйте устройство приборов для измерения атмосферного давления
3. Определите атмосферное давление с помощью барометра-анероида
4. Разместить датчики цифровой метеолaborатории во дворе школы и снять показания атмосферного давления
5. Перенести датчики на уровень третьего этажа и снять показания
6. Установить датчики на метеозонд и снять показания в более высоких слоях атмосферы на различной высоте

1. Данные занести в таблицу

Высота, м	Атмосферное давление, гПа

2. Построить график зависимости давления от высоты в электронных таблицах Excel. Для построения графика выберите пункт меню **Вставка, Точечная диаграмма**



3. На графике изображена зависимость атмосферного давления от высоты над уровнем моря. Определите на какой высоте атмосферное давление равно 660 мм рт.ст.

Ответ \_\_\_\_\_

4. Сделайте вывод о зависимости атмосферного давления от высоты. Объясните эту зависимость

**Вывод:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_



**Цели работы:** Определить наличие и концентрацию  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$  в атмосфере.  
 Научиться строить графики и диаграммы газового состава атмосферы

**Оборудование:** Цифровая метеостанция

**Ход работы:**

1.  Изучите справочную информацию к практической работе №10 «Свойства диоксида азота  $\text{NO}_2$ , угарного газа  $\text{CO}$ , аммиака  $\text{NH}_3$ »
2. Разместить датчики цифровой метеолaborатории на уровне первого этажа школы.
3. Определить наличие вредных примесей в атмосфере  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$  и измерить их концентрацию через каждые три часа на одной высоте. Данные заносим в таблицу.


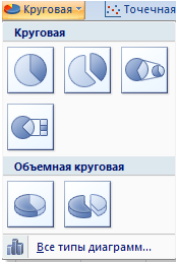
Дата, время	$\text{CO}$ , ppm	$\text{NH}_3$ , ppm	$\text{NO}_2$ , ppm

4. Сравните полученные данные с предельно допустимой нормой (ПДН)

Название вещества	ПДН, ppm
Диоксид азота $\text{NO}_2$	1,6
Оксид углерода $\text{CO}$	28,2
Амиак $\text{NH}_3$	17,5

5. Используя возможности электронных таблиц Excel, по данным таблицы постройте круговые диаграммы количественного состава вредных примесей,
6. С помощью столбчатых гистограмм покажите динамику концентрации вредных примесей в атмосфере (при их наличии) в зависимости от времени суток

**Вставка диаграммы.** Для того чтобы построить диаграммы:

1. Перенести данные в таблицу Excel, выделить строку таблицы по которой будете строить диаграмму количественного состава вредных примесей.
2. Установить курсор рабочего поля в место вставки диаграммы.
3. Перейти к вкладке «Вставка», щелкнуть по команде Диаграмма на вкладке Иллюстрации 
4. В появившемся окне Вставка диаграммы выбрать тип диаграммы в левой части окна, а затем ее вид, щелкнув по соответствующей картинке в правой части окна Вставка диаграммы. 
5. Нажать клавишу ОК.
6. В указанном пользователем месте рабочего документа появится диаграмма выбранного типа и вида
7. Выделить всю таблицу и построить гистограмму, отражающую динамику концентрации вредных примесей в атмосфере в зависимости от времени суток

**Сделайте вывод:** превышает ли ПДН содержание CO, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> атмосфере?  
Отличается ли газовый состав атмосферы в зависимости от времени суток?  
Если да, то с чем это может быть связано.

---

---

---

---

---

**Цели работы:** Определить наличие и концентрацию  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$  в атмосфере в данном населенном пункте в данное время на разной высоте наблюдения. Научиться строить графики и диаграммы газового состава атмосферы

**Оборудование:** Цифровая метеостанция

**Ход работы:**

1. Разместить датчики цифровой метеолaborатории во дворе школы.
2. Определить по показаниям датчиков высоту на уровне моря, наличие вредных примесей в атмосфере  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$  и измерить их концентрацию.
3. Перенести датчики на уровень второго этажа школы и определить высоту над уровнем моря и наличие вредных примесей в атмосфере  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$  и измерить их концентрацию.
4. Сделать аналогичные измерения на третьем этаже и на крыше школы
5. Установить датчики на метеозонд и снять показания в более высоких слоях атмосферы на различной высоте
6. Данные занести в таблицу

Высота над уровнем моря, м	Концентрация $\text{CO}$ , ppm	Концентрация $\text{NH}_3$ , ppm	Концентрация $\text{NO}_2$ , ppm

7. Используя возможности электронных таблиц Excel, по данным таблицы постройте график зависимости количественного состава вредных примесей от высоты над уровнем моря.
8. сделайте вывод: отличается ли газовый состав атмосферы в зависимости от высоты? Если да, то с чем это может быть связано?

---



---



---



---

Справочная информация к практическим работам



Справочная информация к работе №1

**1. Шкала Бофорта** – условная шкала для визуальной оценки силы (скорости) ветра в баллах по его действию на наземные предметы или по волнению на море.. Была разработана английским адмиралом Ф. Бофортом в 1806 году и сначала применялась только им самим. В 1874 году Постоянный комитет Первого метеорологического конгресса принял шкалу Бофорта для использования в международной синоптической практике. В последующие годы шкала менялась и уточнялась. Шкалой Бофорта широко пользуются в морской навигации.

**Сила ветра у земной поверхности по шкале Бофорта**  
(на стандартной высоте 10 м над открытой ровной поверхностью)

Баллы Бофорта	Словесное определение силы ветра	Скорость ветра, м/с	Действие ветра на суше
0	Штиль	0-0.2	Штиль. Дым поднимается вертикально
1	Тихий	0.3-1.5	Направление ветра заметно по отношению дыма, но не по флюгеру
2	Легкий	1.6-3.3	Движение ветра ощущается лицом, шелестят листья, приводится в движение флюгер
3	Слабый	3.4-5.4	Листья и тонкие ветви деревьев всё время колеблются, ветер развеивает верхние флаги
4	Умеренный	5.5-7.9	Ветер поднимает пыль и бумажки, приводит в движение тонкие ветви деревьев
5	Свежий	8.0-10.7	Качаются тонкие стволы деревьев, на воде появляются волны с гребнями
6	Сильный	10.8-13.8	Качаются толстые сучья деревьев, гудят телеграфные провода
7	Крепкий	13.9-17.1	Качаются стволы деревьев, идти против ветра трудно
8	Очень крепкий	17.2-20.7	Ветер ломает сучья деревьев, идти против ветра очень трудно
9	Шторм	20.8-24.4	Небольшие повреждения; ветер срывает дымовые колпаки и черепицу

10	Сильный шторм	24.5-28.4	Значительные разрушения строений, деревья вырываются с корнем. На суше бывает редко
11	Жесткий шторм	28.5-32.6	Большие разрушения на значительном пространстве. На суше наблюдается очень редко
12	Ураган	32.7 и более	

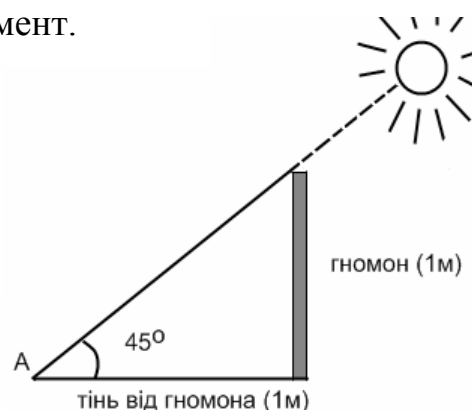
## 2. Способы определение высоты Солнца над горизонтом

Земля, вращаясь вокруг своей оси и двигаясь вокруг Солнца, постоянно изменяет положение относительно светила. Угол падения солнечных лучей также изменяется. В разные периоды года в разных частях Земли этот угол будет неодинаковым, что и определяет уровень нагревания поверхности и смену сезонов года. Как известно, в разные сезоны года протяженность дня и ночи неодинакова. Поэтому, чтобы уметь определять сезоны года, нам и понадобятся знания, как измерять высоту Солнца над горизонтом.

**Гномон** - самый древний угломерный инструмент.

Прибор для определения наклона эклиптики к экватору. Он использовался для определения высоты солнца над горизонтом и представлял собой вертикальный столб на горизонтальной площадке.

Зарисуйте 3 схемы измерения угла падения солнечных лучей. Определите, какому времени года соответствует каждый рисунок.





## Справочная информация к работе №2



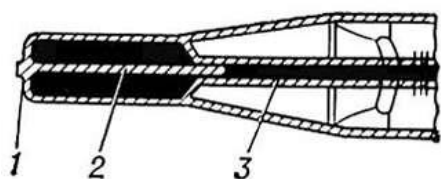
**Метеорологическая будка** служит для размещения метеоприборов. Метеобудка установлена на подставке, на высоте 2000 мм от земли. Внутри камеры метеобудки размещены приборы: термометр, барометр, гигрометр волосяной. Для того чтобы во время снятия показаний на приборы не падал прямой солнечный свет, дверца будки ориентирована на север. Установлена будка так, чтобы в течение дня на нее не падала тень от деревьев, зданий, других объектов, расположенных вблизи площадки



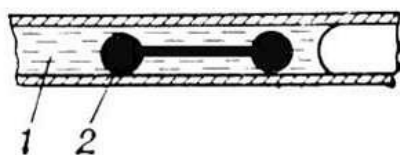
## Справочная информация к работе №7

**Основные понятия и определения.** Поверхность почвы и снежного покрова является подстилающей поверхностью. Она непосредственно взаимодействует с атмосферой и поглощает солнечную радиацию. Подстилающая поверхность участвует в тепло- и влагообмене и оказывает влияние на термический режим нижележащих слоев почвы. В зависимости от назначения метеорологические термометры могут иметь конструктивные особенности. В качестве термометрических жидкостей используются ртуть, этиловый спирт и толуол. Для измерения температуры поверхности почвы, а также снежного покрова, используются срочный, максимальный и минимальный термометры. Для измерения максимальной температуры за некоторый промежуток времени применяется ртутный максимальный термометр. Цена деления его шкалы  $0,5^{\circ}\text{C}$ ; пределы измерения от  $-35$  до  $50^{\circ}\text{C}$  (или от  $-20$  до  $70^{\circ}\text{C}$ ), рабочее положение почти горизонтальное (резервуар слегка опущен). Показания максимальных значений температуры сохраняются благодаря наличию в резервуаре 1 штифта 2 и вакуума в капилляре 3 над ртутью. При повышении температуры избыток ртути из резервуара вытесняется в капилляр через узкое кольцеобразное отверстие между штифтом и стенками капилляра и остается там и при понижении температуры (так как в капилляре вакуум). Таким образом, положение конца столбика ртути относительно шкалы соответствует

значению максимальной температуры. Рабочее положение термометра — горизонтальное. Сохранение минимальных значений обеспечивается находящимся в капилляре 1 внутри спирта штифтом — указателем 2. Утолщения штифта меньше внутреннего диаметра капилляра; поэтому при повышении температуры спирт, поступающий из резервуара в капилляр, обтекает штифт, не смещая его. При понижении температуры штифт после соприкосновения с мениском столбика спирта перемещается вместе с ним к резервуару (так как силы поверхностного натяжения плёнки спирта больше сил трения) и остаётся в ближайшем к резервуару положении. Положение конца штифта, ближайшего к мениску спирта, указывает минимальную температуру, а мениск — температуру в настоящий момент.



Устройство максимального термометра



Устройство минимального термометра

До установки в рабочее положение минимальный термометр приподнимают резервуаром кверху и держат, пока штифт не опустится до мениска спирта.

Рис.1-Устройство почвенных термометров. 1- резервуар; 2- штифт; 3-капилляр

Рис. 1

Для определения температуры поверхности почвы пользуются ртутным термометром. Деления его шкалы  $0,5^{\circ}\text{C}$ ; пределы измерения варьируются: нижний от  $-35$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ , верхний от  $60$  до  $85^{\circ}\text{C}$ . Измерения температуры почвы на глубинах 5, 10, 15 и 20 см производят ртутным коленчатым термометром (Савинова). Цена деления его шкалы  $0,5^{\circ}\text{C}$ ; пределы измерения от  $-10$  до  $50^{\circ}\text{C}$ . Вблизи резервуара термометр изогнут под углом  $135^{\circ}$ , а капилляр от резервуара до начала шкалы теплоизолирован, что уменьшает влияние на показания температуры слоя почвы, лежащего над его резервуаром. Измерения температуры почвы на глубинах до нескольких метров осуществляются ртутными почвенно-глубинными термометрами, помещенными в специальных установках. Цена деления его шкалы  $0,2^{\circ}\text{C}$ ; пределы измерения варьируют: нижний  $-20$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$ , а верхний  $30$ ,  $40^{\circ}\text{C}$ .



### Основные понятия и определения

**Психрометр** - прибор для измерения влажности воздуха и его температуры. Состоит, из двух термометров — сухого и смоченного. Сухой термометр показывает температуру воздуха, а смоченный, теплоприёмник которого обвязан влажным батистом, его собственную температуру, зависящую от интенсивности испарения, происходящего с поверхности его резервуара. Вследствие расхода теплоты на испарение показания смоченного термометра тем ниже, чем суше воздух, влажность которого измеряется. По показаниям сухого и смоченного термометров с помощью психрометрической таблицы, номограмм или счётных линеек, рассчитанных по психрометрической формуле, определяется упругость водяного пара или относительная влажность. При отрицательных температурах ниже —  $5^{\circ}\text{C}$ , когда содержание в воздухе водяных паров очень мало, психрометр даёт ненадёжные результаты, поэтому в этом случае пользуются волосным гигрометром.

Существует несколько типов психрометров: стационарные, аспирационные и дистанционные. В стационарных психрометрах термометры укрепляются на специальном штативе в метеорологической будке. Основной недостаток стационарных психрометров — зависимость показаний смоченного термометра от скорости воздушного потока в будке.

В аспирационном психрометре термометры укреплены в оправе, защищающей их от повреждений и теплового воздействия прямых солнечных лучей, и обдуваются с помощью аспиратора (вентилятора) потоком исследуемого воздуха с постоянной скоростью около 2 м/сек. При положительной температуре воздуха аспирационный психрометр — наиболее надёжный прибор для измерения влажности и температуры.

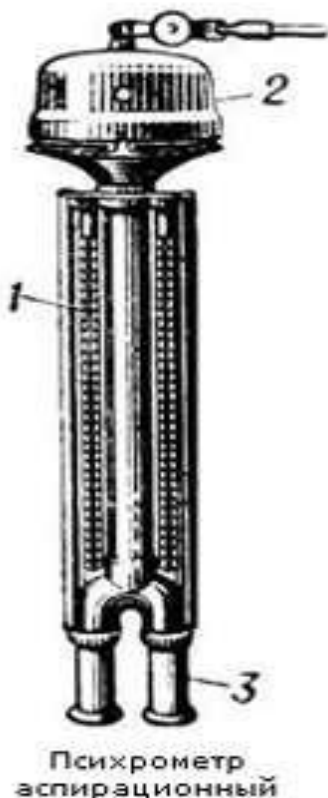


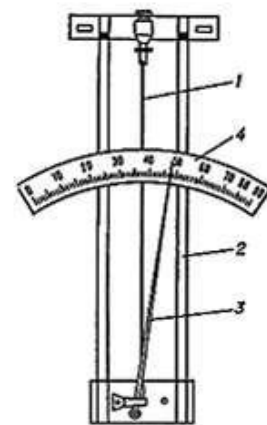
Рис.1-Психрометр аспирационный. 1-термометры; 2-аспиратор(вентилятор); 3-оправа

Рис. 1

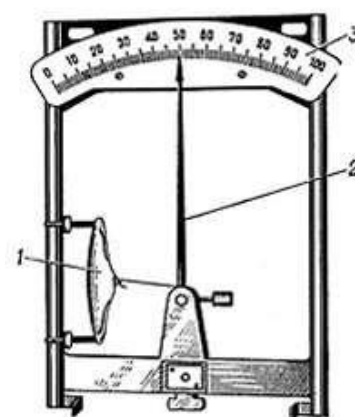


**Гигрометр** - прибор для измерения влажности воздуха. Существует несколько типов гигрометров, действие которых основано на различных принципах: весовой, волосной, плёночный и др. Весовой (абсолютный) гигрометр состоит из системы U-образных трубок, наполненных гигроскопическим веществом, способным поглощать влагу из воздуха. Через эту систему насосом протягивают некоторое количество воздуха, влажность которого определяют. Зная массу системы до и после измерения, а также объём пропущенного воздуха, находят абсолютную влажность.

Действие волосного гигрометра основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса изменять свою длину при изменении влажности воздуха, что позволяет измерять относительную влажность от 30 до 100%. Волос 1 натянут на металлическую рамку. Изменение длины волоса передаётся стрелке 3, перемещающейся вдоль шкалы.



Волосной гигрометр



Плёночный гигрометр

Рис.2 - волосной гигрометр

1- волос; 2 - металлическая рамка; 3 - стрелка; 4- шкала.

Пленочный гигрометр

1-пленочная мембрана; 2-стрелка;3-шкала

Рис. 2

Плёночный гигрометр имеет чувствительный элемент из органической плёнки, которая растягивается при повышении влажности и сжимается при понижении. Изменение положения центра плёночной мембраны 1 передаётся стрелке 2. Волосной и плёночный гигрометры в зимнее время являются основными приборами для измерения влажности воздуха. Показания волосного и плёночного гигрометра периодически сравниваются с показаниями более точного прибора — психрометра, который также применяется для измерения влажности воздуха.



## Справочная информация к работе №9

### Измерение атмосферного давления

Воздушная оболочка, окружающая Землю, своим весом оказывает давление на поверхность Земли. Если воздух находится в состоянии покоя, то любой его слой находится под давлением, которое равно весу вышележащих слоев воздуха. Атмосферное давление представляет собой силу, которая

действует на единицу поверхности. В среднем, вес такого столба, высотой от уровня моря до верхней границы атмосферы составляет 101325 Н.

Различия атмосферного давления в пространстве являются причиной движения воздуха. Его изменения во времени указывают на прохождение атмосферных фронтов, циклонов и антициклонов. Сведения об атмосферном давлении необходимы для составления синоптических карт и прогнозов погоды. Единицы измерения атмосферного давления:

- Па (паскалы) в системе СИ,
- мм.рт.ст,
- атмосферах или барах в системе СГС

1 мм.рт.ст = 133,3 Па

1 атм. = 760 мм.рт.ст  $\approx$  101300 Па

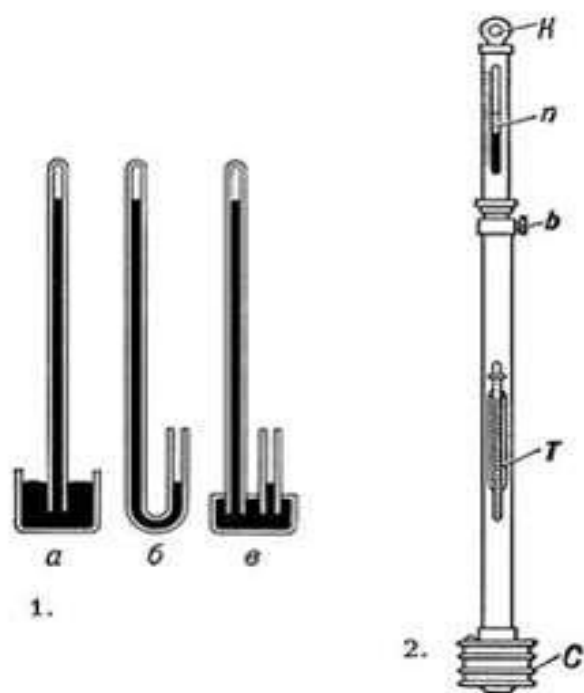
Давление 760 м.рт.ст. называют нормальным атмосферным давлением.

### Приборы для измерения атмосферного давления

**Барометр** - прибор для измерения атмосферного давления наиболее точными стандартными приборами являются ртутные барометры: ртуть благодаря большой плотности позволяет получить в барометре сравнительно небольшой столб жидкости, удобный для измерения. Ртутные барометры представляют собой два сообщающихся сосуда, наполненных ртутью; одним из них служит запаянная сверху стеклянная трубка длиной около 90 см, не содержащая воздуха. За меру атмосферного давления

принимается давление столба ртути, выраженное в мм рт. ст. (миллиметры ртутного столба) или в мб (миллибары).

В зависимости от формы сообщающихся сосудов ртутные барометры подразделяют на три основных типа: чашечные, сифонные и сифонно-чашечные. Практически применяют чашечные и сифонно-чашечные барометры. На метеорологических станциях пользуются стационарным чашечным барометром. Он состоит из барометрической стеклянной трубки, опущенной свободным концом в чашу С. Вся барометрическая трубка заключена в латунную оправу, в верхней части которой сделана вертикальная прорезь; на краю прорези нанесена шкала для отсчёта положения мениска ртутного столба. Для точной наводки на вершину мениска и отсчёта десятых долей применяется особый визир *n*, снабженный

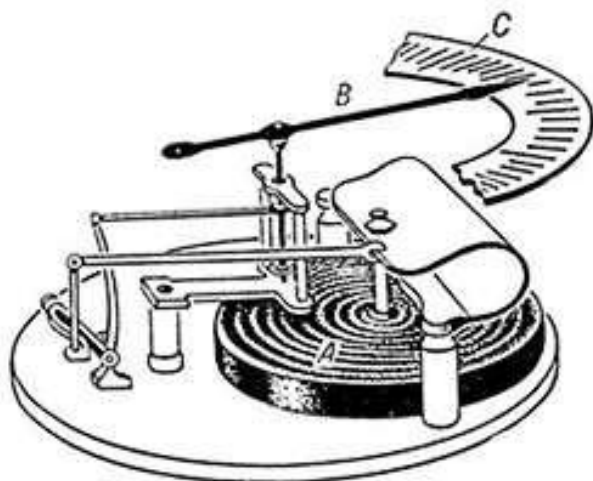


Типы ртутных барометров

нониусом и перемещаемый винтом *b*. Отсчёт высоты ртутного столба производят по положению ртути в стеклянной трубке, а изменение положения уровня ртути в чашке учитывается применением компенсированной шкалы так, что отсчёт по шкале получается непосредственно в миллибарах. При каждом барометре имеется небольшой ртутный термометр *T* для введения температурной поправки. Чашечные барометры выпускаются с пределами измерения 810—1070 мб и 680—1070 мб; точность отсчёта 0,1 мб.

Все ртутные барометры — абсолютные приборы, т.к. по их показаниям непосредственно измеряют атмосферное давление.

**Барометр-анероид** - прибор для измерения атмосферного давления.



*A* -металлическая коробка; *B*-стрелка; *C*-шкала

Приёмной частью анероида служит круглая металлическая коробка *A* с гофрированными основаниями, внутри которой создано сильное разрежение. При повышении атмосферного давления коробка сжимается и тянет прикрепленную к ней пружину; при понижении давления пружина разгибается и верхнее основание

коробки поднимается. Перемещение конца пружины передаётся стрелке *B*, перемещающейся по шкале *C*. К шкале анероида прикреплен дугообразный термометр, который служит для внесения поправки в показания анероида на температуру. Для получения истинного значения давления, показания анероида нуждаются в поправках, которые определяются сравнением с ртутным барометром. Поправок к анероиду три: на шкалу - зависит от того, что анероид неодинаково реагирует на изменение давления в различных участках шкалы; на температуру - обусловлена зависимостью упругих свойств анероидной коробки и пружины от температуры; добавочная, обусловленная изменением упругих свойств коробки и пружины со временем. Погрешность измерений анероида составляет 1-2 мб.



## Справочная информация к работе №10

### Свойства диоксида азота $\text{NO}_2$ , угарного газа $\text{CO}$ , аммиака $\text{NH}_3$

Диоксид азота  $\text{NO}_2$  - желто-бурый газ с едким запахом, блокирующим дыхательные пути. В холодной среде не имеет цвета. При температурах более 150 градусов Цельсия происходит распад смеси на окись азота и кислород. Не

горюч, но способствует возгоранию других веществ. Его высокая концентрация в воздухе может стать причиной взрыва. Обладает высокой химической активностью. Контакт с водой, превращается в азотную кислоту. **Влияние диоксида азота на организм человека:** NO<sub>2</sub> — высокотоксичное вещество, оказывающее негативное воздействие на человека. В основном подвергаются опасности органы дыхательной системы, начиная от легкого раздражения слизистых и заканчивая отеком легких. Также происходит изменение состава крови, уменьшается содержание гемоглобина. ПДК диоксида азота в воздухе рабочей зоны – 2 мг/м<sup>3</sup>. При вдыхании большей концентрации газа, в течение 10-ти минут ослабляется обоняние и запах становится неощутим. Появляется сухость в горле и раздражается слизистая. Влияние малой концентрация диоксид азота приводит к нарушению дыхания и может обернуться отеком легких. При долговременной работе с присутствующим в воздушном пространстве диоксидом азота, развиваются тяжелые хронические заболевания: трахеит, бронхит, перфорация носовой перегородки, пневмосклероз, изменение слизистой оболочки десен.

**Оксид углерода СО - угарный газ.** Для отравления этим газом нужна совсем небольшая его концентрация. У оксида углерода нет цвета и запаха, что делает его еще опаснее. Интоксикация происходит стремительно, человек может потерять сознание в считанные секунды. Его воздействие может привести к летальному исходу буквально за несколько минут.

Амиак NH<sub>3</sub> – бесцветный газ с резким, едким запахом. Большинству он известен в качестве десятипроцентного водного раствора – нашатырного спирта. Несмотря на то, что вдыхание паров аммиака имеет возбуждающее действие и помогает при обмороках, с этим газом следует быть осторожнее. Аммиак раздражает слизистую оболочку глаз, вызывает удушье, а при высокой концентрации приводит к ожогам роговицы и слепоте, поражает нервную систему вплоть до необратимых изменений, снижает когнитивные функции мозга, провоцирует возникновение галлюцинаций

**Амиак NH<sub>3</sub>** – бесцветный газ с резким, едким запахом. Большинству он известен в качестве десятипроцентного водного раствора – нашатырного спирта. Несмотря на то, что вдыхание паров аммиака имеет возбуждающее действие и помогает при обмороках, с этим газом следует быть осторожнее. Аммиак раздражает слизистую оболочку глаз, вызывает удушье, а при высокой концентрации приводит к ожогам роговицы и слепоте, поражает нервную систему вплоть до необратимых изменений, снижает когнитивные функции мозга, провоцирует возникновение галлюцинаций.