

Лаб. № 5

ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

- Влажностью воздуха называется содержание водяного пара в воздухе.
- В тех или иных количествах водяной пар всегда есть в атмосферном воздухе, являясь очень важной его составной частью, так как с ним связаны такие явления погоды, как облака, осадки, туманы, роса, дымки и др.
- Однако содержание водяного пара очень изменчиво и колеблется от десятых долей до 4% к объему.
- В атмосферу водяной пар поступает непрерывно вследствие испарения с подстилающей поверхности, главным образом, с поверхности водоемов. Воздушные течения переносят его на значительные расстояния от источников испарения, а также способствуют его подъему в более высокие слои атмосферы.

Количественно содержание водяного пара в атмосфере оценивают с помощью следующих характеристик влажности воздуха.

1. Упругость водяного пара e – это давление, которое производит содержащийся в воздухе водяной пар как газ.
2. Упругость насыщенного пара (упругость насыщения) E – это максимальное давление водяного пара, возможное при данной температуре.
3. Дефицит влажности (дефицит насыщения) d – это разность между упругостью насыщенного пара при данной температуре и фактической упругостью его.
Характеристики упругости водяного пара и дефицит насыщения выражаются в тех же единицах, что и давление воздуха, т.е. в паскалях (Па) и гектопаскалях (гПа).
4. Относительная влажность воздуха r – это отношение фактической упругости водяного пара, содержащегося в воздухе, к его максимальному значению при данной температуре, выраженное в процентах.
5. Абсолютная влажность воздуха q – это масса водяного пара в граммах, содержащаяся в 1 м^3 воздуха (г/м^3).
6. Точка росы t – температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$), при которой водяной пар, содержащийся в воздухе при данном атмосферном давлении, достигает состояния насыщения относительно плоской поверхности чистой воды. В этом случае $e = E$, $d = 0$, а $r = 100\%$.

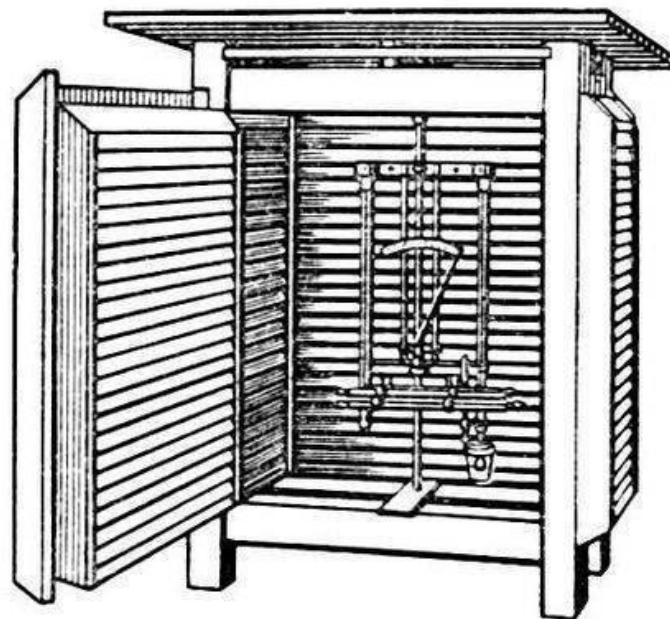
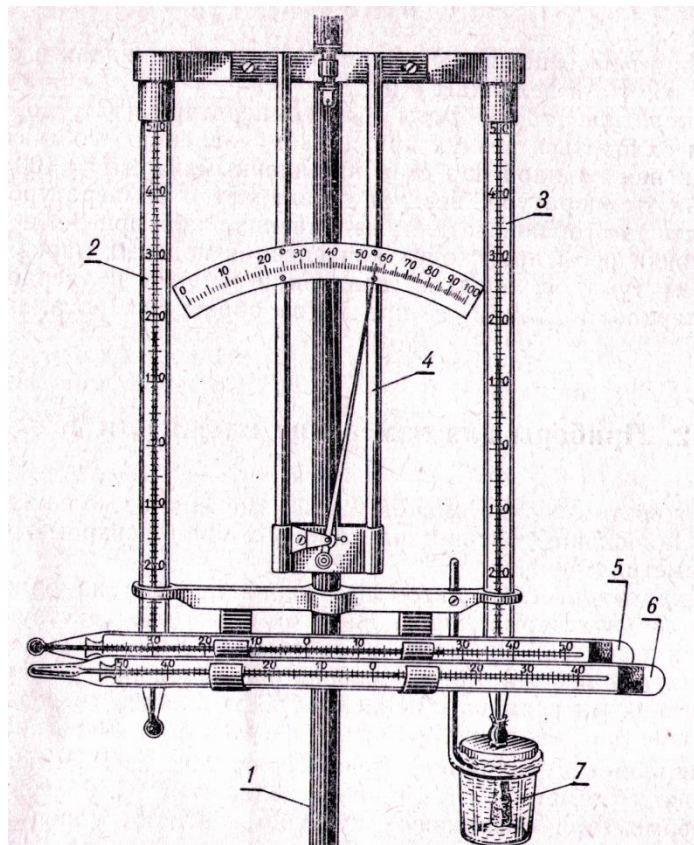
Методы измерения влажности воздуха.

При измерении влажности воздуха наибольшее распространение получили:

1. психрометрический и
2. гигрометрический методы.

- Психрометрический метод базируется на определении разности температур, измеренных по сухому (температура воздуха) и смоченному (температура испаряющей поверхности) термометрам.
- Гигрометрический метод основывается на свойстве обезжиренных человеческих волос менять свою длину при изменении влажности воздуха.

Для измерения влажности воздуха психрометрическим методом используются стационарный и аспирационный психрометры, гигрометрическим методом – волосной гигрометр



Установка стационарного психрометра в штативе (а) и в метеорологической будке (б): 1 – штатив; 2 – сухой термометр; 3 – смоченный термометр; 4 – волосной гигрометр; 5 – минимальный термометр; 6 – максимальный термометр; 7 – стаканчик с дистиллированной водой.

- Стационарный психрометр используется для определения влажности воздуха в стационарных условиях в теплый период года и в период с небольшими отрицательными температурами (до -10°C).
- **Волосной гигрометр МВ-1** используется в качестве основного прибора для измерения относительной влажности воздуха в стационарных условиях при температурах воздуха ниже -10°C .

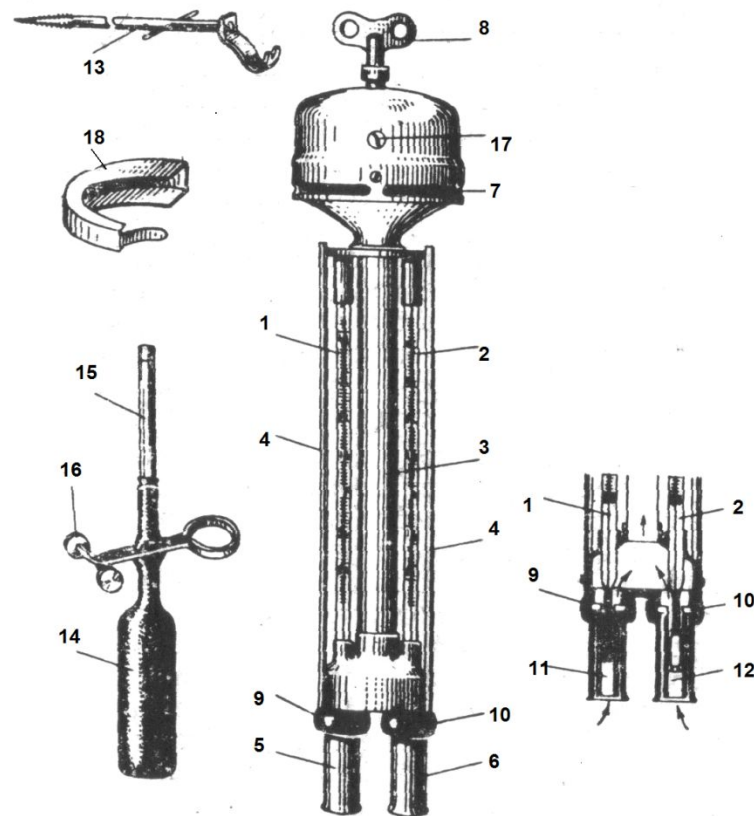
Измерения по психрометру.

- В сроки наблюдений снимают отсчеты по сухому и смоченному термометрам с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$. В жаркую и сухую погоду за 10-15 мин до срока батист дополнительно увлажняют, погружая резервуар смоченного термометра в стаканчик с водой.
- При температуре ниже 0°C батист обрезается на 2-3 мм ниже резервуара термометра и увлажнение его производят за 30 мин до срока наблюдений, погружая резервуар смоченного термометра в стаканчик с водой комнатной температуры, который наблюдатель приносит из помещения метеостанции. Термометр выдерживают в воде, пока температура его не повысится до $2-3^{\circ}\text{C}$ и лед на батисте растает.

Психрометр аспирационный МВ-4М

применяется для измерения влажности и температуры воздуха в
полевых условиях, в помещениях, теплицах, оранжереях

состоит из двух одинаковых ртутных термометров 1,2 с цилиндрическими резервуарами, закрепленных в специальной оправе, и аспирационной головки 7. Оправа состоит из центральной трубки 3, которая внизу соединяется с пластмассовым полым тройником 19, и боковых планок 4, защищающих термометры от механических повреждений. К свободным концам тройника крепятся двойные металлические трубки 5, 6, 11,12, защищающие резервуары термометров от нагревания, для чего наружная поверхность трубок тщательно полируется и никелируется. Между внешними и внутренними трубками имеется воздушный зазор. Резервуар правого термометра обертывается батистом, коротко обрезанным под резервуаром.



Установка и наблюдения по гигрометру.

Гигрометр устанавливается в психрометрической будке в вертикальном положении между сухим и смоченным термометрами. Отсчеты по гигрометру производятся с точностью 1%. Поскольку гигрометр является относительным прибором, в отсчеты по нему вводят поправки, используя график сравнения показаний гигрометра и психрометра.

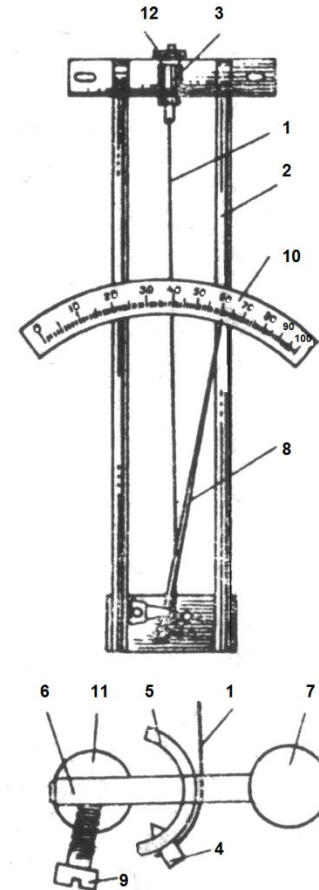
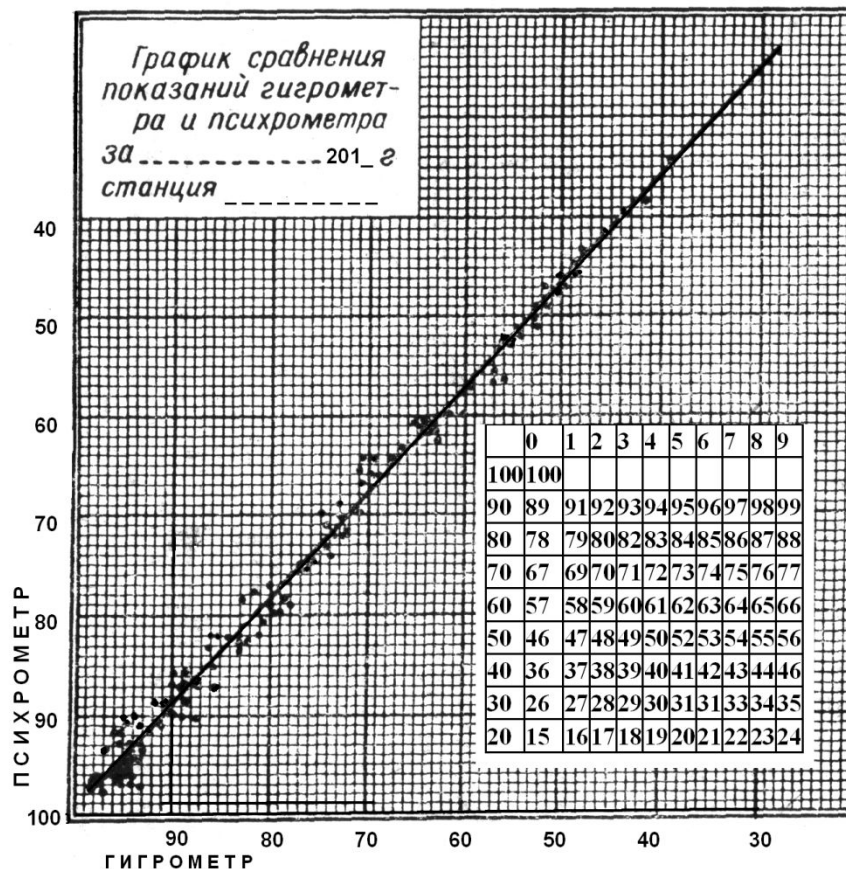


График для определения поправок к показаниям гигрометра.

ТМ-9



Вычисление характеристик влажности воздуха

По показаниям сухого и смоченного термометров психрометра рассчитывают все характеристики влажности воздуха.

Значения упругости насыщения E (температура сухого терм.) и $E1$ (смоченного термометра) определяются по таблицам в Приложениях 1 и 2 (в конце методических указаний)

Например, при температуре сухого термометра $t = 10,3^{\circ}\text{C}$ $E = 12,53$ гПа;

Упругость водяного пара вычисляется по следующим психрометрическим формулам:

если на батисте смоченного термометра вода или переохлажденная вода, то

$$e = E1 - AP(t - t'),$$

где e – фактическая упругость водяного пара, гПа; $E1$ – упругость насыщенного водяного пара при температуре испаряющей поверхности, гПа; A – психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха (для стационарного психрометра $A = 0,0008$, для аспирационного психрометра $A = 0,00066$); P – атмосферное давление, гПа; t – исправленная температура сухого термометра; t' – исправленная температура смоченного термометра.

Если на батисте смоченного термометра лед, то

$$e = E1 - 0,8823AP(t - t'),$$

где $0,8823$ – коэффициент, учитывающий разницу удельной теплоты сублимации и удельной теплоты конденсации.

Упругость водяного пара e

Упругость водяного пара вычисляется по следующим психрометрическим формулам:

если на батисте смоченного термометра вода или переохлажденная вода, то

$$e = E_1 - AP (t - t'),$$

где e – фактическая упругость водяного пара, гПа;

E_1 – упругость насыщенного водяного пара при температуре испаряющей поверхности, гПа;

A – психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха (для стационарного психрометра $A = 0,0008$)

P – атмосферное давление, гПа;

t – температура сухого термометра;

t' – температура смоченного термометра.

Для определения характеристик влажности воздуха, кроме температур по сухому и смоченному термометрам, необходимо измерить величину атмосферного давления, т.к. они нужны для расчетов в психрометрических формулах.

Затем расчет d , q и r

2. Дефицит влажности (дефицит упругости водяного пара), гПа

$$d = E - e.$$

3. Относительная влажность воздуха, %

$$r = e/E * 100\%$$

4. Абсолютная влажность воздуха, г/м³

$$q = \frac{0,8e}{1 + \alpha t}$$

где e – фактическая упругость водяного пара в гПа; α – коэффициент расширения газов, равный 0,004 (1/273);
 t – температура воздуха, °С

Точка росы τ ($^{\circ}\text{C}$)

определяется по значению фактической упругости водяного пара e по таблицам в Приложениях 1 и 2 методического указания.

Для определения точки росы мы предполагаем, то фактическая упругость водяного пара e является максимальной (упругостью насыщения) E при данной температуре воздуха, тогда, найдя в самой таблице значение e , следует определить температуру воздуха, соответствующую этой упругости водяного пара.

Это и есть точка росы.

- Например, если фактическая упругость водяного пара
- $e = 18,54$ гПа, то температура, соответствующая точке росы
 - $\tau = 16,3^{\circ}\text{C}$.