

379.419

K-78

АКАДЕМИЯ ИСТОРИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ

Материалы по археологической технологии

Выпуск XIII

**КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО ПО НАБЛЮДЕНИЮ ЗА  
ФИЗИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ВОЗДУХА В МУЗЕЯХ  
И БИБЛИОТЕКАХ**

Составил В. И. Арнольд-Алябьев.

Под редакцией члена Академии Л. Ф. Ильина.

---

**ИЗДАНИЕ**

Государственной Академии Истории Материальной Культуры  
**ЛЕНИНГРАД**  
1931

Вышли из печати:

Известия Института. Том I. 194 стр. 1922 г.

Известия Института. Том II. „Три года работы Института“, 54 стр. 1924 г.

Карточка для измерения черепа человека. Сост. проф. С. И. Руденко и М. П. Грязновым. 1924 г.

Карточка для измерения костей человека. Сост. проф. С. И. Руденко и М. П. Грязновым. 1924 г.

Серия: Материалы по методологии археологич. технологии.

Вышли из печати:

Вып. I. Сбор органических остатков при палеоэтно-  
лог. Под  
ре к.  
(Е а-  
но

Вып. I  
м Д-  
н о  
в. д.  
(Е к.

Вып. II  
м Д-  
и ли  
и м  
6 а.

Вып. I  
м Д-  
с и  
п й,  
к.

21778

к

С. П. Григорова

ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ИСТОРИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ

379.419

7М  
К7

Материалы по археологической технологии

К-78

Выпуск XIII

КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО ПО НАБЛЮДЕНИЮ ЗА  
ФИЗИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ВОЗДУХА В МУЗЕЯХ  
И БИБЛИОТЕКАХ

Составил В. И. Арнольд-Алябьев.

Под редакцией члена Академии Л. Ф. Ильина.

16 ОКТ 2009

БИБЛИОТЕКА  
И М О  
Инв. № 778

БИБЛИОТЕКА  
Инв. № 3290

ИЗДАНИЕ

Государственной Академии Истории Материальной Культуры

ЛЕНИНГРАД

1931

---

Печатается по постановлению Гос. Академии, Истории  
Материальной Культуры.

*Ученый Секретарь С. Быковский.*

*28-го Февраля, 1931 г.*

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ.

Руководства по гигиене в отделе о зданиях, жилищах и т. п. затрагивают вопросы, относящиеся к условиям, которые необходимы для охранения здоровья человека. При всей их обстоятельности, они не касаются вопроса о тех требованиях, которым должно удовлетворять здание, предназначенное, помимо пребывания в нем людей, еще и для хранения музейных предметов, книг и т. п.

Между тем, если, например, проветривание комнат в общем полезно человеку, то для музея, библиотеки, и проч. это не всегда бывает полезно, а часто—даже вредно.

Создание необходимой обстановки для хранения предметов этнографии, книг, картин и т. п. требует прежде всего определения тех условий, которые мы имеем в данном здании, что необходимо для выяснения того, как надо вести его хозяйство, или, как приспособить его для данной цели. Это определение достигается изучением физических свойств воздуха внутри здания, задачей которого должно быть получение практических выводов и указаний, необходимых для администрации здания.

Так как администрация и работники музеев и библиотек не могут быть, в значительном большинстве

случаев, настолько знакомы с физическими методами изучения, чтобы самостоятельно поставить исследование воздуха, Гос. Академия Истории Материальной Культуры решила притти на помощь этим лицам и издать краткое руководство, в котором они могли бы найти ответы на главнейшие вопросы по данной теме.

При составлении настоящего руководства были использованы результаты работы, произведенной Академией в 1925 г. на средства Гос. Публичной библиотеки, в связи с общим обследованием ее в отношении книжных вредителей и борьбы с ними. Затем использованы также исследования 1925 года в здании бывш. Вольно-экономического общества (ныне — отделение Гос. Публичной библиотеки), в 1929—30 гг. в Русском Музее и в некоторых других зданиях-хранилищах. Строго говоря, данных опыта по нашему вопросу далеко не достаточно, почему на настоящее „Руководство“ следует смотреть, как на предварительное, в расчете на то, что в недалеком будущем Академия будет иметь возможность выпустить его вторым изданием, в значительно дополненном и переработанном виде.

Давая описание и наставление к употреблению приборов, мы сообщаем в тексте „Руководства“ те указания, которые необходимы при пользовании приборами в несколько специфических условиях тех работ, которые имеются в виду в нашем случае.

В отделе об обработке лент самописцев в примерах время указано по 12-часовому расчету (с добавлением: утра, вечера и т. п.). Это сделано, исходя из обозначений на самих лентах, которые пока еще печатаются в прежнем виде.

Температура воздуха принята нами по международной стоградусной шкале (по Цельсию).

Ниже приводится общий перечень использованных нами источников <sup>1)</sup>. Звездочкой помечены те из них из которых произведены более значительные заимствования в описании приборов (психрометр, гигрометр, термограф, обработка самописцев).

1.\* „Руководство метеорологическим станциям II разряда“. Вып. I. (основные метеорологические наблюдения). Ленинград. 1928 г.

2.\* „Инструкция для определения температуры и влажности воздуха по аспирационному психрометру А с м а н а“. Ленинград. 1929 г.

3.\* „Инструкция метеорологическим станциям II разряда“. Вып. II. Дополнительные наблюдения. Петроград. 1922 г.

4. „Руководство для ведения гидрологических и метеорологических наблюдений на береговых станциях и пловучих маяках морского ведомства“. Петроград. 1923 г.

5. М. К. Гродзовский: „Анализ воздуха в промышленных предприятиях“. Москва. 1925 г.

6.\* „Психрометрические таблицы“. Ленинград. 1928 г.

7. Н. Bongards: „Feuchtigkeitsmessung“. 1926 г.

Кроме того, я пользовался рядом ценных советов и указаний, полученных мною от физиков Главной Геофизической Обсерватории И. В. Смирновой и А. А. Рождественского, которым, в особенности первой из них, я признательно обязан.

---

<sup>1)</sup> Издания 1, 2, 3 и 6 выпущены Главной Геофизической Обсерваторией.

## **Задачи и значение исследования физических свойств воздуха внутри общественного здания.**

Рассматриваемые нами здания общественного значения имеют целью, с одной стороны, быть хранилищами тех или иных ценностей, произведений искусства, литературы, предметов старины, коллекций, с другой—представляют помещения, в которых периодически скопляется значительное число людей, имеющих в зданиях временное пребывание на известный, сравнительно короткий срок.

При таких условиях мы имеем, с одной стороны, требование, предъявляемое к общественным зданиям-хранилищам: — неизменяемость физических условий, подходящих для хранения объектов внутри их, с целью сохранения по возможности на долгое время. С другой стороны,—музеи, библиотеки и даже, сравнительно менее посещаемые, — архивы, должны быть приспособлены для пребывания в них людей, требующих известных, нужных человеку, свойств воздуха и меняющихся свойства последнего, а потому вызывающих необходимость постоянного его освежения. Можно сказать прямо, человек в хранилище книг, коллекций и иных предметов, способных подвергаться изменениям и порче, тре-

бует обстановки, до известной степени сходной с той, которая нужна главнейшим вредителям этих предметов—насекомым, плесеням и бактериям. К тому же и он сам, находясь в этой обстановке, изменяет ее еще больше в сторону, благоприятную развитию указанных вредителей.

Таким образом, меры применяемые для обеспечения хранения музейных предметов, должны сочетаться с мерами охраны здоровья посетителей.

Из физических свойств воздуха, обуславливающих режим внутренних помещений здания, представляют с рассматриваемой точки зрения интерес: *температура, влажность, пыльность и газовый состав.*

Температура и влажность являются, практически, наиболее важными условиями при одних цифровых выражениях, поддерживающими жизнедеятельность живых вредителей, при других же — действующими на них вредно. Так, плесени уже не могут развиваться при 45% относительной влажности, требуя ее в большем количестве, а, следовательно, и не будут оказывать вредного влияния, сколько бы их ни поступило извне.

В силу этого, создание определенной сухости воздуха, которая бы, однако, являлась допустимой для человека и для объектов хранения, гарантирует от этого рода живых вредителей и от необходимости пользоваться антисептиками для борьбы с ними. Последнее далеко не всегда приводит к благоприятным результатам, вызывая к тому же пересмотр объектов хранения и почти всегда отзываясь нежелательно на них самих и на порядке их размещения (особенно в библиотеках). Вопрос заключается в том, чтобы в хранилище воздух имел во всех его точках требуемые

условия и не было бы закоулков с застаивающимся воздухом.

Создать в здании такие условия—задача строителя и, в дальнейшем, органа, ведающего хозяйством здания,—задача не невыполнимая, но и не столь простая, в условиях нашего климата, наличия местами грунтовых вод и существующих строительных приемов и материалов.

Для ясного представления о влажности воздуха, приведем некоторые основные понятия.

Пары воды, находящиеся в атмосферном воздухе, являются наиболее неустойчивой его составной частью.

Как всякий газ, пары воды обладают известной упругостью, измеряемой высотой столба ртути, уравновешиваемого их давлением. Так, если в замкнутом пространстве поставить трубку Торичелли с чашкой (ртутный барометр) и, не изменяя температуры, впустить в это пространство немного воды, которая обратится в газ, то ртутный столбик поднимется в трубке на некоторое количество *мм* и покажет, таким образом, каково давление паров воды на поверхность ртути в чашке, т. е., какова их упругость.

Упругость паров воды в воздухе характеризует его влажность, и, чем больше эта упругость, тем, значит в воздухе больше паров воды.

Существует известный предел, до которого воздух может насыщаться водяными парами, за которым следует переход избытка паров воды в жидкое состояние. Этот предел насыщения воздуха влагой обуславливается температурой и колеблется в широких пределах, в зависимости от нее. Так, при температуре

воздуха в  $30^{\circ}$  количество влаги в 1 куб м воздуха не может превышать 30,4 г, при  $0^{\circ}$  — 4,8 г, а при  $30^{\circ}$  ниже нуля, количество водяных паров не может быть больше 0,5 г на куб м воздуха. В таблице „Е“ (стр. 102) приведены величины предельной упругости паров, при соответствующих температурах.

Характеризуя влажность воздуха в закрытом помещении, мы будем интересоваться:

1) Количеством влаги, содержащимся в 1 куб м воздуха, независимо от его температуры.

2) Количеством влаги, содержащимся в данный момент в воздухе, в процентах, по отношению к тому количеству ее, которое, при той же температуре, насытило бы воздух — *относительной влажностью*.

3) Температурой воздуха, при которой из воздуха, содержащего данное количество влаги, начнут осажаться капли воды — *точкою росы*.

Количество влаги в граммах на 1 куб м воздуха вообще довольно близко по своей численной величине к упомянутой выше *упругости водяных паров*, содержащихся в воздухе, или иначе — *абсолютной влажности* выражаемой в мм (ртутного столба), а, при комнатной температуре ( $+16,5^{\circ}$ ), численно равно ей<sup>1)</sup>. Абсолютная влажность имеется в таблицах и находится из данных, получаемых с помощью психрометра и гиг-

---

1) т. е. число г/куб м = числу мм. Вес паров воды в граммах в 1 куб м воздуха = абсолютной влажности, умноженной на коэффициент  $\frac{1,06}{1 + \alpha t}$  где  $\alpha = \frac{1}{273}$  и  $t$  — температура воздуха.

На стр. 105 имеется таблица количества влаги в воздухе, насыщающего его при различных температурах.

рометра, как мы увидим далее (гл. II и IV). Мы будем пользоваться в дальнейшем употребительным термином абсолютная влажность, подразумевая под этим количество воды в воздухе.

Если влаги в помещении вообще немного, то и относительная влажность будет невелика, даже при значительном понижении температуры воздуха. Это мы можем видеть на таком примере: пусть абсолютная влажность помещения =  $7\frac{1}{2}$  мм, т. е. в 1 куб м воздуха данного помещения содержится примерно  $7\frac{1}{2}$  г воды в газообразном состоянии. При температуре в  $17^{\circ}$  относительная влажность составит 50% от полного насыщения воздуха парами воды, возможного при этой температуре и принимаемого за 100%. Хотя эта относительная влажность и не вполне гарантирует от развития плесеней, тем не менее она является вполне приемлемой даже для того, чтобы считать такой воздух в данный момент сухим. Однако, понизив температуру воздуха в том же помещении до  $10^{\circ}$ , мы повысим относительную влажность до 80% и будем чувствовать сырость. При  $7^{\circ}$  у нас в том же помещении начнет из воздуха выделяться влага мы достигнем точки росы. Другое дело, если мы будем иметь абсолютную влажность в  $5\frac{1}{2}$ —6 мм. Тогда, при температуре воздуха в  $17^{\circ}$ , относительная влажность будет 35—40%, при  $10^{\circ}$  она повысится до 60%. Точка росы в этом случае будет около  $4^{\circ}$ .

В условиях замкнутого пространства, которое мы имеем во внутренних помещениях здания, решающую роль для нас играет количество влаги, заключающееся в них, а потому *главной задачей исследования является определение абсолютной влажности*, которое и будет служить основой для прочих выводов.

В условиях наружного воздуха мы имеем другое. Здесь абсолютное количество влаги может быстро меняться. Относительная же влажность может иногда оставаться с малыми изменениями, несмотря на заметные колебания температуры, что произойдет за счет изменения количества влаги в воздухе. Правда, может быть и иначе, но приведенные условия являются характерными, по крайней мере для климата нашего пояса. Этому обстоятельству уделяется соответствующее внимание в курсах общей метеорологии.

Так как существует не только взаимодействие воздуха внутри здания через стены с наружным воздухом, но и непосредственный обмен с помощью вентиляции, то, при исследовании воздуха в здании, мы должны учитывать и условия погоды. Это—тем более, что вентиляция здания, в котором имеется в виду создать совершенно определенные физические условия, в каком бы виде эта вентиляция ни производилась, должна быть рассчитана на сочетание условий внутри здания с состоянием погоды. Основание этого расчета также следует искать в наблюдениях за состоянием температуры и влажности воздуха в здании.

Если мы задаемся определенными границами *относительной влажности* (см. стр. 9) внутри здания, которое, допустим, не проветривается и не вентилируется, т. е. имеем более или менее замкнутое пространство, имеющее одну лишь естественную фильтрацию воздуха через стены, то мы будем стоять перед необходимостью поддерживать соответствующую температуру. В самом деле: количество влаги увеличиваться и уменьшаться будет медленно, более быстрое колебание температуры

повлечет за собою, при таких условиях, изменение относительной влажности. Температурные условия, которые только лишь одни сами по себе, независимо от влажности, делали бы невозможным существование вредителей, т. е. очень холодный или, наоборот, горячий воздух, невозможны вообще в обыкновенном здании. Поэтому, практически, температурный режим здания-хранилища общественного значения, имеющего внутри обычно  $17^{\circ}$ — $19^{\circ}$  ( $14^{\circ}$ — $15^{\circ}$  Реомюра), надлежит лишь поддерживать по возможности, сообразуясь с величиной абсолютной влажности, в целях сохранения требуемой относительной влажности. Таким образом, температура является, в нашем случае, фактором вспомогательным, интересным, главным образом, с точки зрения сохранения данной влажности.

В обыкновенном каменном здании хорошей постройки, не в подвальном этаже, как показали, например, исследования, произведенные в Гос. Публичной Библиотеке, довольно отчетливо наблюдается следующая картина. Летом стены, нагреваясь извне, отдают часть своей влаги во внутренние помещения. Зимой стены, охлаждаясь извне, отпотевают и впитывают в себя комнатную влагу, в особенности в местах с облупленной масляной краской и с побелкой. Процесс этот в хорошем здании с толстыми стенами протекает равномерно и медленно.

Совершенно воспрепятствовать влагообмену стен с внутренним воздухом нет возможности, зато можно уменьшить размер этого явления весьма значительно, дойдя до безопасной для хранения предметов нормы. Это может быть достигнуто своевременным применением отопления весной и осенью, не придерживаясь

жестких календарных сроков, положим, круглых чисел месяца, как принято у нас в казенных учреждениях, а, применяясь к условиям в отдельных помещениях и к погоде.

Кроме теплового состояния наружного воздуха, на режим здания в значительной степени влияет поглощение им и отдача лучистой энергии.

Солнце посылает световые, тепловые и проч. лучи, которые, проходя через земную атмосферу, попадают на предметы, находящиеся на поверхности земли. При этом, часть этой энергии, так называемая *прямая солнечная радиация* доходит непосредственно до предметов. Часть солнечной энергии, отраженная частицами воздуха, атмосферной пылью, облаками и самими земными предметами составляет, в совокупности, так называемую *рассеянную или диффузную радиацию*.

С другой стороны, все предметы, находящиеся на земной поверхности, сами непрерывно излучают энергию, отдавая ее друг другу, а в целом—в мировое пространство. Это так называемая *обратная радиация*.

Насколько важна прямая радиация, как фактор нагревания предметов на земной поверхности, видно из того, что поверхность, перпендикулярная к падающему солнечному лучу, в ясную погоду может получить практически до 1 и даже  $1\frac{1}{2}$  мал. калорий тепла в 1 минуту на каждый *кв см*. Оказывается, что за полный летний день в районе Ленинграда горизонтальная поверхность может получить иногда до 600 мал. калорий на *кв см*.

Прямая радиация и восприятие ее зданием зависят;

1) От высоты солнца над горизонтом в данном месте и в данное время года. На севере СССР, например, в случае пологой крыши здания, лучи солнца более как бы скользят по ней, но зато падают более перпендикулярно к стенам. С уменьшением широты, т. е. по мере удаления к Югу, солнце проходит по небесному своду ближе к зениту, отчего и угол падения луча на крышу и стены будет иной и луч упадет более близко к перпендикуляру к пологой крыше и наклоннее к стене.

Количество же энергии, получаемой единицей поверхности, будет тем больше, чем круче падает луч, исходя из зависимости

$$J_1 = J \sin \varphi,$$

где  $J$  — количество энергии, получаемое единицей поверхности, перпендикулярной к падающему лучу, а  $\varphi$  — угол падения его.

Отсюда понятно, насколько заметно уменьшается количество полученной энергии, при изменении угла наклона луча к поверхности от  $90^\circ$  до  $0^\circ$  (т. е. последнее, когда лучи идут параллельно—мимо), а, следовательно,—при изменении  $\sin \varphi$  от 1 до 0.

2) От продолжительности солнечного сияния, зависящей от широты места, времени года и, в значительной степени, от облачности.

3) От прозрачности атмосферы, зависящей, кроме отражающей и поглощающей способности самого воздуха, еще и от количества пыли, влаги и дыма. В общем, атмосфера земли поглощает до  $40\%$  солнечной энергии от той, что приходит на внешнюю границу атмосферы. Отсюда ясно, какое значение могут иметь такие поглотители и отражатели тепла,

как дым и пыль городов, в которых обычно находятся большие здания-хранилища. В общем, прозрачность атмосферы чрезвычайно изменчива, даже в течение одних суток.

4) От окраски стен здания и крыши. Если поверхность совершенно черная, то она поглотит почти все падающее на нее тепло <sup>1)</sup>. Поверхности разной окраски и шероховатости поглощают известную часть падающих лучей, часть же энергии, как прямой солнечной, так и рассеянной, отражается. Белые поверхности, как, например, свежая снежная, отражают до 90% энергии; сероватый сухой песок ок. 20%; чернозем, в сухом состоянии, около 15%; смоченные тот же песок и чернозем—вдвое меньше; естественный гранит, частью поросший, отражает 12—15% энергии.

5) От расположения здания и его поверхностей и их защищенности, по отношению к падающим солнечным лучам: северная или южная сторона, крутизна крыши, форма стен, здание среди деревьев, других зданий и т. под.

Из предыдущих пунктов видно, что части зданий, остающиеся значительное время в тени, получают соответственно и меньшее количество тепла, довольствуясь лишь рассеянной радиацией. В пасмурную погоду рассеянная радиация в средних широтах может достигать 40% прямой радиации. Это значит, что земная поверхность получает в пасмурную погоду до 40% той энергии, которую она получила бы от солнца при отсутствии облаков. В ясную погоду самый небесный свод сообщает земной поверхности, напр., в широте 40°, когда солнце в зените, ок. 8%

---

<sup>1)</sup> Если угол падения ( $\varphi$ ) равен 90°.

прямой солнечной радиации. Чем дальше от экватора, тем большее значение имеет рассеянная радиация, по сравнению с прямой. По наблюдениям в Стокгольме, каждый кв см поверхности земли воспринимает за май месяц<sup>1)</sup> до  $12\frac{1}{2}$  тысяч мал. калорий тепла, из них от солнца  $9\frac{1}{2}$  тыс., а рассеянной радиации 3 тыс. мал. калорий,

Восприятие зданием рассеянной радиации зависит, кроме природных условий—широты места и элементов климата,—от его окраски, защищенности его в целом или отдельных его частей (закоулки, деревья).

Таким образом, приход тепла в здании зависит от следующих источников:

- I. Прямой солнечной радиации.
- II. Рассеянной радиации.
- III. Температуры наружного воздуха, в том случае, если он теплее здания.
- IV. Отопления.

Расход тепла в здании происходит по следующим направлениям:

1. Отдача тепла стенами и крышей окружающему воздуху, в случае более низкой его температуры.
2. Обратная радиация невелика в пасмурную погоду и—весьма значительна в ясную. Каждый кв см черной поверхности теряет тепла излучением пропорционально четвертой степени его абсолютной температуры, т. е., с повышением температуры излучающего тела, лучеиспускание быстро увеличивается. Наиболее благоприятные атмосферные условия для лучеиспу-

---

<sup>1)</sup> Наибольшее за год.

скания наблюдаются зимою в ясные ночи, так как в этом случае воздух наиболее сухой и содержит меньше пыли. В ясные летние дни приток тепла превышает его отдачу в пространство, но ночью эта отдача лишь отчасти задерживается влиянием атмосферы. В местностях сухих, как, напр., в Туркестане, ночное лучеиспускание весьма значительно.

Часть энергии, излучаемой земной поверхностью, в свою очередь, возмещается излучением самых воздушных масс—атмосферы. Согласно исследований, 1 кв см черной поверхности, имеющей температуру  $15^{\circ}$ , теряет ночью до 0,2 мал. калорий в минуту. В то же время, он излучает ок. 0,6 мал. кал., т. е. на 0,4 мал. кал. больше, которые компенсирует черной поверхности атмосфера своим собственным излучением. Благодаря этому, с практической стороны, особенно важно действительное или эффективное излучение (в данном случае,—0,2 м. кал.), которое в вопросе о тепловом режиме зданий играет далеко не последнюю роль.

Излучение—более всего у черных и нетеплопроводных предметов. Так, поверхность темного деревянного дома излучает сильнее, чем поверхность железной крыши, светлой каменной стены и т. под. <sup>1)</sup> По отношению к черной поверхности, потери тепла, напр., желтой глины и чернозема составляют ок. 85%.

Наблюдения показывают, что, наприм., в Стокгольме, из  $12\frac{1}{2}$  тысяч калорий на кв см за май месяц, 5 тысяч теряется излучением и удерживается

---

1) Охлаждение поверхности здания передается внутрь его, в зависимости от теплопроводности материалов, его составляющих.

почвой лишь  $7\frac{1}{2}$  тысяч. В то же время, в декабре прямая солнечная и рассеянная радиация дают в том же месте только ок. 700 м. калорий, а расход тепла составляет в том же месяце свыше 3.000 м. калорий<sup>1)</sup>.

К сожалению, строительные нормы не рассчитаны на влияние излучения как прямого, так и обратного, а основываются лишь на соприкосновении здания с окружающей его средою—воздухом, учитывая лишь теплопроводность и конвекцию. Между тем, процессы, происходящие в наружных частях здания, отражаются все в совокупности на его внутреннем тепловом режиме и на влагообмене стен с комнатами.

---

При достаточном согласовании технических свойств здания с нуждами хранилища, стены могут быть лишь удобными компенсаторами влаги, с замедленным действием, регулируя ее в интересах хранения предметов и пребывания в нем людей.

Поскольку в помещениях хранилища пребывают люди, состав воздуха в нем меняется, обогащаясь влагой и газами, вредными для здоровья. Это вызывает потребность в искусственной механической вентиляции и проветривании.

Вентиляционный воздух следует впускать определенной температуры и влажности, пропуская его предварительно через контрольные регистрирующие приборы; открывание окон желательно совершенно прекратить.

---

1) Обстоятельные сведения по радиации можно иметь в статье С. И. Савинова в Журн. „Климат и Погода“ за 1925 г. и в курсе В. Н. Оболенского „Метеорология“, 1927 г.

Для выяснения необходимых мероприятий недостаточно определить состояние воздуха во внутренних помещениях здания общественного значения, служащего для хранения музейных предметов и книг, предварительным путем, как это делается при проектных его расчетах, или—эпизодически, в уже существующем здании. Необходим систематический контроль хозяйства здания, который возможен лишь с помощью *исследования физических свойств воздуха внутри здания, в связи с состоянием погоды в данное время.*

Представляет интерес также и другая сторона вопроса.

При выдохе человеком 300—500 литров воздуха в час, в окружающем его воздухе данного помещения остается достаточно вредных для него веществ. Однако, более всего придется на долю водяных паров, которые и служат предметом нашего главного внимания. Таким образом, принос человеком большого количества влаги в хранилище вызывает необходимость вентиляции, а расчет последней будет основан на определениях влажности.

Как пример, мы можем привести зимние определения влажности в Госуд. Публичной Библиотеке в Читальном зале, вмещающем одновременно 300 читающих. До впуска публики, абсолютная влажность была 6,0 мм, что, при температуре в 16<sup>0</sup>,5, давало 43% относительной влажности. При впуске первых 300 человек, в течение 30 минут абсолютная влажность уже увеличивается до 6,6 мм. К концу дня посещения, абсолютная влажность вверху зала (над читающими) возрастает до 10,3 мм, а, следовательно, точка росы стоит почти на 12<sup>0</sup>. При таких условиях пришлось бы серьезно

говорить о вреде для объектов хранения, если бы зал не был отделен от хранилища. Гигиенические определения, произведенные Библиотекой в 1924 г. над составом воздуха показали повышение содержания углекислоты в аналогичных условиях от 0,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> до 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (по объему) <sup>1)</sup>.

В изолированных читальнях, лекционных, выставочных и т. п. залах, имеющих в больших общественных зданиях-хранилищах, где бывает много посетителей, может встретиться надобность в определениях состава воздуха с санитарными целями <sup>2)</sup>.

Задача исследования пыльности довольно определена. Во всяком здании есть пыль. Тем более ее, при наличии посетителей, особенно же много—в библиотеках. Если есть пылесосы, то работа их может контролироваться, с помощью измерения количества пыли.

Другое дело—анализ этой пыли, особенно—бактериологический, что хранителя музея и библиотекаря, как таковых, интересует сравнительно менее.

---

1) Указанные условия создавались в Публичной Библиотеке, благодаря отсутствию надлежащей вентиляции и значительному наплыву посетителей в те годы.

2) В условиях фабричных городов, где воздух имеет различные примеси, действующие, напр., на краски, исследование воздуха может производиться и в химическом отношении, для определения его вредности для предметов хранения.

## II.

# Приборы для определений температуры и влажности и пользование ими.

### О психрометрах.

Основным прибором, необходимым для исследования температуры и влажности воздуха является абсолютный прибор, требующий отсчета—психрометр.

*Психрометр* состоит из двух термометров, из которых у одного шарик обтянут тонким слоем батиста, смоченного водой. Сущность прибора состоит в том, что смоченный термометр показывает температуру более низкую, чем сухой, так как вода, испаряясь с батиста, которым обтянут шарик, отнимает от последнего тепло (скрытая теплота парообразования). Чем больше разность температур, тем, значит, больше тепла отнимает испарение, а это будет тогда, когда испарение идет сильнее, т. е., когда воздух суше. Обратное, чем меньше разность показаний термометров, тем сырее воздух. При одинаковом показании термометров, следовательно, относительная влажность равна 100%, т. е. наступила точка росы. Вычисление влажности производится по формулам или таблицам (см. гл. IV).

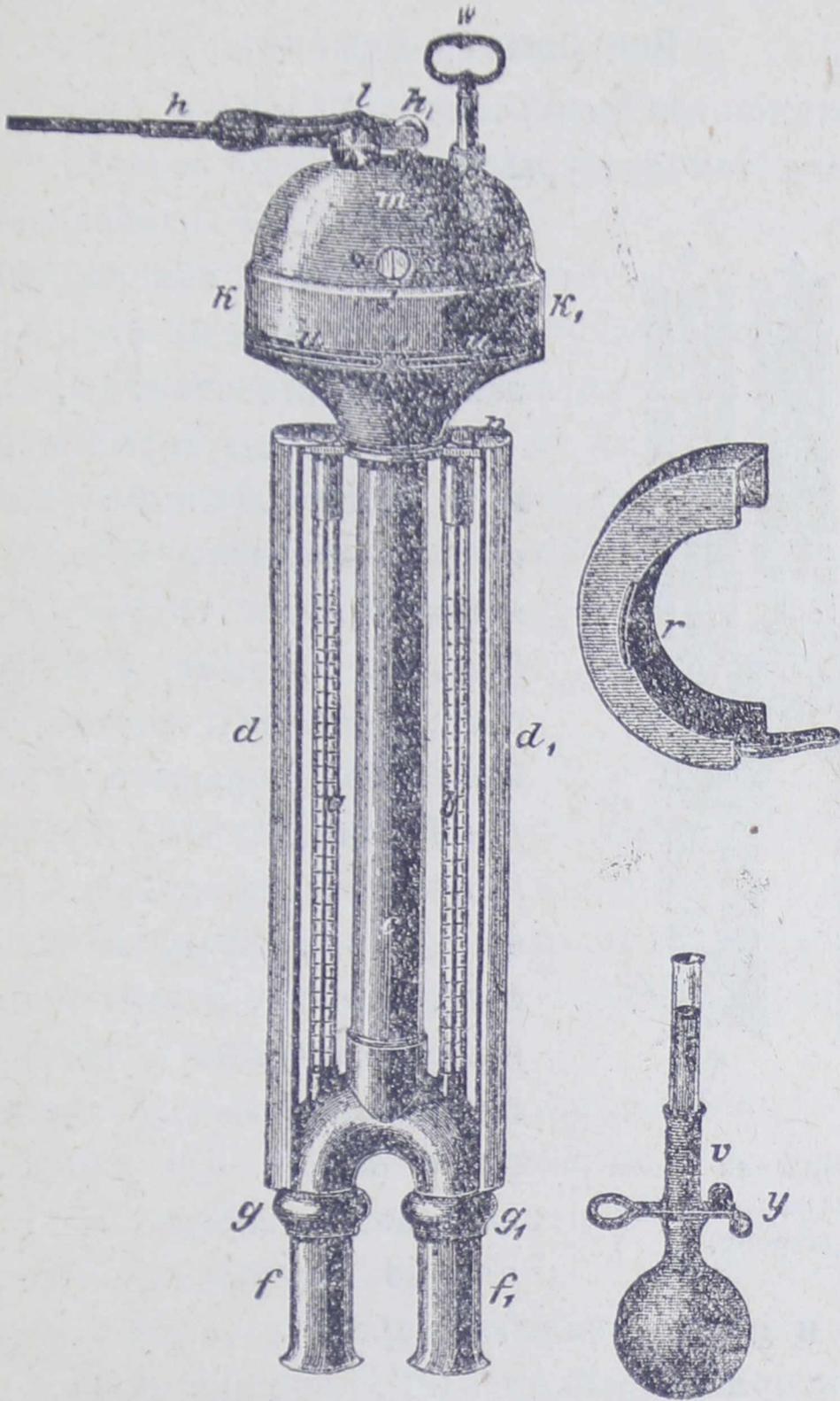
Психрометры, т. е. комбинации сухого и смоченного термометров употребляются двух систем: простой или Августа и аспирационный Асмана,

Отличие психрометра Асмана от простого заключается в том, что в нем имеется вентилятор, всасывающий воздух так, что последний с *определенною и притом достаточно большою скоростью* обтекает шарики термометров. Для наших целей применим почти исключительно аспирационный психрометр, так как простой психрометр в условиях закрытых помещений может давать ошибочные показания. Это происходит вследствие того, что воздух, окружающий шарики термометров, имеет случайные движения с неизвестной нам скоростью, отчего и интенсивность испарения с батиста смоченного термометра остается неопределенной. Помимо этого, в комнате с застоем воздуха от смоченного термометра насыщается влагой соседний с ним воздух, от чего и влажность последнего возле висящего психрометра может оказаться иною, нежели в остальном помещении <sup>1)</sup>.

Так как в настоящее время в каждом культурном центре, где имеется книгохранилище или музей, требующие изучения свойств внутреннего воздуха, безусловно имеется метеорологическая станция, то может

---

1) В смысле точности определения влажности воздуха прибор Асмана имеет принципиальное преимущество перед обычной установкой психрометра Августа вообще, в любых условиях. Дело в том, что, только при достаточно сильной и равномерной искусственной вентиляции, коэффициент формулы для вычисления влажности может быть установлен точно. При естественных колебаниях скорости движения воздуха как наружного, так и внутри помещений, указанный коэффициент фактически непостоянен. Вследствие этого, вычисляя наблюдения по одним и тем же таблицам, пригодным лишь для одной какой-нибудь средней скорости движения воздуха, мы все же получаем некоторые ошибки.



Фиг. 1. Аспирационный психрометр Асмана,

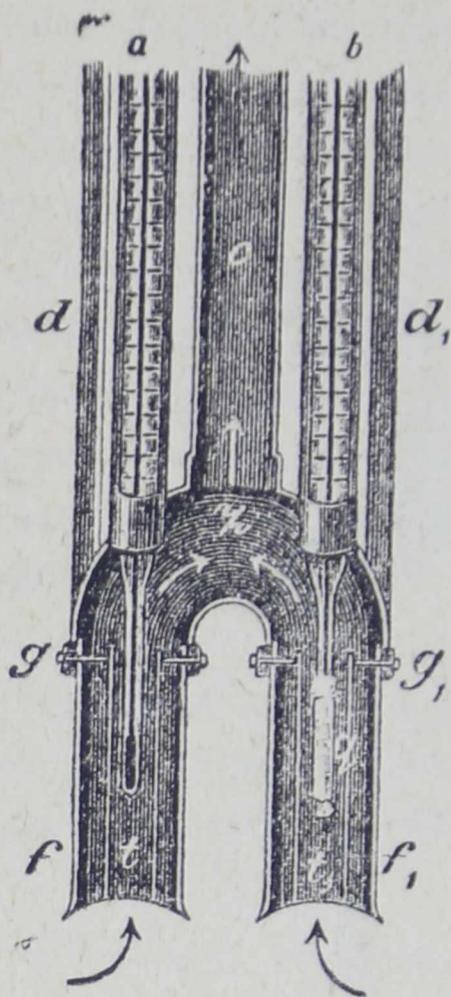
оказаться, что получение психрометра Асмана не представит затруднений, особенно, если привлечь к работам кого-либо из персонала станции.

### Психрометр Асмана.

Аспирационный психрометр Асмана служит для определения температуры и влажности воздуха.

На фиг. 1 изображен наружный вид аспирационного психрометра, а на фиг. 2 показана нижняя часть его в разрезе.

Резервуары термометров *a* и *b* аспирационного психрометра находятся внутри никелированных трубок *t* и *t'* (фиг. 2), которые, в свою очередь, заключены внутри таких же трубок большего диаметра *f* и *f'* (фиг. 1 и 2). Трубки *t* и *t'* муфтами из слоновой кости, фибры или эбонита *g* и *g'* соединяются с разветвлением *z* никелированной трубки *c*, помещенной между термометрами *a* и *b*. Так как слоновая кость фибра и эбонит плохие проводники тепла, то



Фиг. 2. Нижняя часть психрометра Асмана в разрезе.

муфты *g* и *g'* задерживают передачу тепла от верхней части прибора к трубкам *t* и *t'*. Хорошая никелировка всего прибора необходима, чтобы солнечные и другие тепловые лучи меньше его нагревали. Верхнее отверстие трубки *c* выходит к аспиратору *kk'* (фиг. 1).

Аспиратор состоит из вентиляторной шайбы, приводимой в быстрое вращение часовым механизмом с пружиной, которая заводится посредством ключа *w*. Механизм аспиратора закрыт колпаком *m*. Действием аспиратора воздух всасывается снизу внутрь трубок *f* и *f'*, а также трубок *t* и *t'*, обтекает резервуары термометров и затем выгоняется аспиратором через прорезы *ии*. На фиг. 2 путь, по которому воздух проходит к аспиратору, обозначен стрелками. С боков термометры защищены металлическими желобами *d* и *d'*, или стержнями. Сами термометры вверху имеют по металлическому колпачку *p* и внизу над шариком по металлической обойме. Этими местами термометры удерживаются в гнездах, имеющих в соответствующих местах рамы психрометра.

Свинтив аспиратор, можно вынуть или вставить термометры в раму.

Резервуар *q* термометра *b* (фиг. 2) обернут батистом. Для смачивания этого термометра имеется пипетка *v* (фиг. 1), в которую, посредством резиновой груши, набирается дистиллированная или процеженная дождевая или снеговая вода (можно пользоваться и чистою питьевою водою).

Для подвешивания прибора, при нем обычно имеется стержень *h* (фиг. 1), оканчивающийся на одном конце винтовой нарезкой. Другой конец его представляет зажим, который накладывается на особый шарик-кнопку *h'* аспиратора и закрепляется посредством винта *l*.

Для перемены батиста на резервуаре влажного термометра отвинчивают от трубки *c* аспиратор *kk'* и затем вынимают термометр через отверстие *p* (фиг. 1). Батист должен плотно облегать резервуар термометра

в один слой и быть повязан так, как показано на фиг. 2.

К прибору прилагается щиток  $\Gamma$  для защиты действия аспиратора от вредного влияния сильного ветра или сквозняка (в обыкновенных помещениях щиток можно и не применять); желательно иметь также запасную пружину к аспиратору, которая, в случае поломки работающей, может быть поставлена на ее место любым часовым мастером (см. ниже—о поверке действия аспиратора).

В некоторых образцах психрометра Асмана в нижнем конце его центральной трубки, между разветвлением  $Z$  имеется трубочка, а к прибору прилагается резиновая груша с баллоном и трубкой, имеющей металлический наконечник. Вставляя последний в указанную трубку прибора можно продувать его, и не заводя вентилятор. По неточности этого способа, он в наших условиях применим лишь в крайнем случае.

### **Производство наблюдений по психрометру Асмана**

Порядок наблюдений по аспирационному психрометру следующий. Перед пуском в ход вентилятора смачивают батист  $q$  на термометре  $b$ . Для этого берут резиновую грушу с пипеткой  $v$ , затем, разжав зажим  $u$  одной рукою, другою сдавливают немного грушу, чтобы вода, вытесняясь, наполнила стеклянную трубку пипетки до имеющейся на ней черты, и закрепляют уровень на этой высоте отпустив зажим  $u$ . После этого, пипетку с водой осторожно вводят до отказа во внутреннюю трубку  $t'$ , в которой помещается резервуар термометра, обернутый батистом.

При введении пипетки с водой в трубку  $t'$ , уровень воды в пипетке не должен быть выше намеченной черты или, если такой черты нет,—ближе чем на 10—15 мм от края, потому что иначе вода, при погру-

жении резервуара термометра, переполнит пипетку и прольется по сторонам на трубку  $t'$ , что вызовет ошибку в определении влажности; после такого случая, необходимо протереть и просушить прибор в теплом помещении, чтобы воды на трубке не оставалось. При разборке защитных трубок и новой сборке требуется осторожность, чтобы не смять концов внутренней трубки и не нарушить ее точной центрировки.

Продержав пипетку в таком положении некоторое время, достаточное, чтобы батист успел напитаться водой, и, не вынимая еще пипетки, разжимают зажим  $u$ , не давя при этом на резиновую грушу <sup>1)</sup>, вследствие чего вода уйдет внутрь последней. После этого, пипетку вынимают и заводят вентилятор ключем.

Заводить вентилятор следует каждый раз почти до отказа, но весьма осторожно—без удара, так как при этом может произойти поломка пружины.

Отсчет по термометрам производится по истечении 4 минут после смачивания батиста и полного завода вентилятора.

Во всяком случае, в момент отсчета и за несколько минут до него скорость вентиляции должна быть полная. Приближая глаз для отсчета, следует особенно остерегаться нагревания воздуха у входных трубок  $ff''$ .

При производстве ряда наблюдений через небольшие промежутки времени необходимо возобновлять смачивание влажного термометра, так как в очень сухом воздухе уже через 10 мин. вентиляции батист заметно пересыхает. Об этом можно судить по полу-

---

<sup>1)</sup> иначе вода опять может переполнить пипетку и пролиться на стенки защитной трубки  $t'$ .

чаемой разности температуры обоих термометров, которая, после нового смачивания, должна резко измениться.

Прибор вносится в помещение летом за  $\frac{1}{4}$  часа до наблюдений, зимой не менее, чем за час, если перед этим он находился в условиях, резко отличающихся по температуре.

**Уход за психрометром Асмана.** Когда психрометр вынимается из ящика для наблюдений, то следует вставить ключ *ш* в отверстие головки вентилятора и не вынимать его, после завода, до окончания наблюдений, предохраняя этим механизм вентилятора от пыли. По окончании наблюдений, прибор следует убирать в ящик.

Ящик с прибором лучше держать в несыром отапливаемом помещении предохраняя его от сильного нагревания. Прибор надо тщательно предохранять от порчи никкелировки его металлических частей <sup>1)</sup>, особенно у нижних защитных трубок *ff'*, для чего рекомендуется после наблюдений протирать прибор замшей или бумажной тряпочкой; в холодное время года прибор нужно уносить с холода, уложив его сначала в холодный же ящик; затем уже закрытый ящик вносить в теплое помещение и не открывать его, пока прибор не нагреется внутри ящика.

Оси часового механизма, при частом употреблении прибора, необходимо раза два-три в год чистить и смазывать костью маслом, для чего прибор можно отдать часовщику.

---

1) Особенно страдает никкелировка от прикосновения потных и грязных рук.

Батист на шарике термометра необходимо содержать всегда в чистоте и его менять (периодически), по мере загрязнения, что обнаруживается потемнением или пожелтением батиста.

На показания сухого и влажного термометров небольшое изменение скорости вентиляции около резервуаров термометров не имеет влияния, пока эта скорость не меньше некоторой предельной (2-х метров в сек.). Однако, практически, для полного обеспечения хороших показаний, наблюдатель должен более всего следить именно за достаточно сильным действием aspirатора: в случае заметного хотя бы небольшого, уменьшения обычной скорости его вращения, задевания или слабых стуков при вращении, о чем нетрудно судить на слух, нужно уже считать результат измерения сомнительным и отдать aspirатор часовщику в починку. О том, что состояние aspirатора достаточно исправно, можно судить вполне уверенно, если в колпаке его сделано окошечко  $j$  (фиг. 1), через которое можно видеть вращение барабана с пружиной внутри aspirатора  $kk'$ .

При наличии в приборе окошечка  $j$ , необходимо делать регулярно поверку действия aspirатора. Для этого заводят вентилятор, как обычно при наблюдениях, почти до отказа и ждут, пока нанесенная на барабане стрелка или какая-нибудь другая метка не появится в окошечке и не пройдет как раз через черту, проведенную на нем; тогда замечают по секундной стрелке часов время и ждут, пока та же метка опять не придется против черты на окошечке, и снова отмечают время. Продолжительность первого или второго, после полной заводки, оборота пружинного барабана

обыкновенно бывает около 80—95 сек., но может быть и иная. Важно, чтобы с течением времени (при работе с тою же пружиной или при смене ее новою) продолжительность одного оборота не увеличивалась, а оставалась приблизительно такою же, как и при новом, исправном состоянии прибора. В приложенном к нему поверочном листке должна быть отмечена продолжительность одного оборота барабана<sup>1)</sup>, при которой аспирацию для данного прибора можно считать удовлетворительною.

### Термометр и пользование им.

Необходимо указать на самую существенную часть психрометра—термометр, так как показания сухого и смоченного термометров служат основой для суждения о влажности.

Для того, чтобы иметь возможность практически использовать результаты исследования воздуха в здании, необходимо иметь наблюдения большой точности, так как определяемая величина влажности весьма заметно изменяется, при совершенно незначительных изменениях разностей показаний термометров. Ввиду этого, шкала термометров для наших целей должна обладать точностью, позволяющей простым глазом свободно делать отсчеты в  $0,1^{\circ}$ . Кроме того, необходимо иметь совершенно точно определенные поправки к по-

---

1) Указываемая в поверочном листке длительность одного оборота барабана определяется, во всяком случае, не тотчас же после заводки пружины, а, выждав установления максимальной интенсивности вращения аспиратора.

казаниям термометров, которые имеются в особых поверочных листках.

Эти листки с поправками выдаются Гл. Геофиз. Обсерваторией, Главной Палатой мер и весов в Ленинграде, а также местными официальными учреждениями, имеющими на это право. Они имеют такой вид:

**ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ.**

ОТДЕЛЕНИЕ ПОВЕРКИ ПРИБОРОВ

Ленинград.

**Термометр № 172452 (711 Richter u. Wiese).**

Поправки термометра выведены из сличения его с нормальным термометром Главной Геофизической Обсерватории и приведены к международному водородному термометру.

от	до	поправка
— 40 <sup>o</sup> ,0	— 15 <sup>o</sup> ,0	— 0 <sup>o</sup> ,2
— 14 <sup>o</sup> ,9	— 5 <sup>o</sup> ,0	— 0 <sup>o</sup> ,3
— 4 <sup>o</sup> ,9	+ 3 <sup>o</sup> ,3	— 0 <sup>o</sup> ,2
+ 3 <sup>o</sup> ,4	+ 10 <sup>o</sup> ,0	— 0 <sup>o</sup> ,1
+ 10 <sup>o</sup> ,1	+ 20 <sup>o</sup> ,0	0 <sup>o</sup> ,0

Отсчет термометра при температуре таяния льда:

+ 0<sup>o</sup>,20

Время поверки *Декабрь 1927 г.*

М. П.

Заведывающий Отделением

*(подпись).*

Для всех отсчетов и положительных и отрицательных поправка со знаком + показывает, насколько надо повысить действительное показание термометра, а поправка со знаком — насколько надо понизить его показание, чтобы получить истинное значение температуры.

На всех приборах, имеющих поверочные листки Обсерватории, ставится клеймо „ГФО“ или „ГГО“ и номер, которые вы-

гравляются на его стеклянной части. В случае утери поверочного, листка его можно выписать из Обсерватории, сославшись на этот номер.

Достаточная исправность термометров устанавливается внешним осмотром: цела ли внешняя трубка, целы ли края молочной шкалы и края стеклянного седла, в которое она упирается, не двигается ли шкала, нет ли капелек ртути или грязи внутри свободной от ртути части канала, нет ли перерыва в ртутном столбике (начиная от нижнего резервуара, называемого обычно „шариком“).

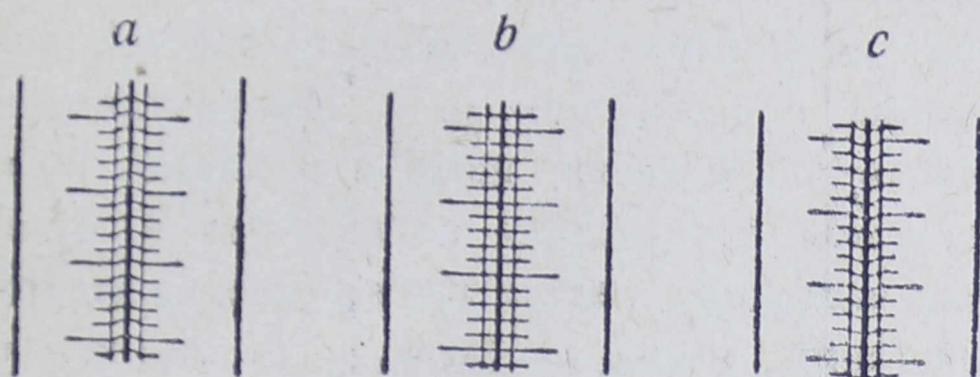
При таких неисправностях, поправки термометра могут не соответствовать действительным и вообще изменяться во время работы. Поэтому, как только подобные недочеты будут замечены, необходимо сменить термометр, отправив поврежденный в поверку для определения его дальнейшей пригодности<sup>1)</sup>.

Самые отсчеты по обоим термометрам психрометра Асмана, делаемые с точностью до одной десятой доли градуса, производятся так, чтобы глаз наблюдателя был на одной высоте с концом ртутного столбика. При правильном положении глаза, черточка на шкале будет казаться ровной линией на всем ее протяжении поперек шкалы (фиг. 3-*b*), если же глаз поставлен неверно, то эта черта в том месте, где проходит канал с ртутью, покажется изогнутой, как изображено на фиг. 3-*a* и *c*. В первом случае, глаз поставлен ниже, а во втором — выше, чем следует.

---

<sup>1)</sup> Психрометрические термометры отправляют в поверку обычно парами, чтобы иметь одновременно определенные поправки к обоим термометрам (сухому и смоченному), хотя бы поверки требовал собственно только один из них.

При отсчете необходимо сначала найти место, до которого доходит конец ртутного столбика, затем, приблизив на мгновение глаз и удерживая дыхание, отсчитывать десятые доли, а потом уже целые градусы, сначала у сухого, потом у смоченного термометра. Отсчеты вообще следует производить возможно быстрее, не задерживаясь долго у термометра, но с полной уверенностью в сделанном уже отсчете. При отсутствии этой уверенности лучше повторить отсчет через несколько десятков секунд, немного отойдя для этого от



Фиг. 3.

психрометра, чтобы дать ему время, снова принять истинную температуру воздуха. Так же следует поступить и в случае, если наблюдатель почему-либо задержался у термометров при отсчете,дохнул на них или внезапно к прибору подошел близко посторонний человек и т. п., вызвав этим замеченное наблюдателем изменение показаний.

### Применение психрометра и термометра внутри зданий.

Следует указать, что подвешивание психрометра Асмана может быть произведено не только так,

как указывается обычно в инструкциях, т. е. на особом держателе  $h$  (фиг. 1), ввинчиваемом в дерево, столб, стену, так как это в комнатной обстановке трудно осуществить, да и — не к чему. Продев мягкую проволоку в отверстие шарика  $h'$ , укрепленного вверху прибора, или обвязав этот шарик той же проволокой или, в крайнем случае, простой бечевкой, подвешивают прибор в нужном месте в комнате (фиг. 9) и производят определение.

Наклонное положение психрометра на его показание не влияет. При исправном состоянии вентилятора прибора, допустимо даже держать его за верхнюю часть рамы в наклонном или горизонтальном положении в тех случаях, когда его нельзя повесить и приходится производить наблюдения в отдельных наиболее застойных местах помещения, подверженных плесени (напр., между полками, за шкафами и т. д.).

Особенно тщательно следует соблюдать условие, не подходить близко к прибору до отсчета, соблюдая во время последнего крайнюю осторожность. Если это условие требуется на открытом воздухе, то в закрытом помещении влияние человека на отсчет будет в иных случаях не меньше, как по теплу, так и по влажности. Полезно для проверки этого обстоятельства, убедиться в этом лично, дохнув по направлению к прибору по окончании определений и проследив при этом изменение показаний. Для тщательности работы необходимо делать отсчеты, как было сказано, возможно быстрее. С этой же точки зрения наиболее удобно подвешивание психрометра на уровне груди наблюдателя, так как теплый воздух от его дыхания идет кверху, минуя шарики термометров.

Психрометров Асмана имеется две модели: обыкновенный стационарный и малый—походный. Последний, по недостаточной точности шкалы его термометров, кратковременности и неравномерности вращения вентилятора, для наших целей непригоден.

Ограничиваясь одними лишь измерениями температуры воздуха внутри здания, без определения его влажности, можно пользоваться простыми термометрами, устанавливаемыми постоянно или переносными, в деревянной или другой оправе, с любой шкалой (Цельсий, Реомюр или Фаренгейт), но необходимо, чтобы он был поверен в соответствующем поверочном учреждении.

Перевод градусов Реомюра на стоградусную шкалу (Цельсия) производится, путем помножения числа первых на  $\frac{5}{4}$  или на 1,25. Перевод градусов Фаренгейта на стоградусную шкалу несколько сложнее и может быть произведен, исходя из такой зависимости:

$$t = \frac{5}{9} (n - 32),$$

где  $n$  число градусов по Фаренгейту.

Термометр, который предполагают иметь постоянно на одном месте, следует вешать на уровне человеческого роста не у окна и не на стене. Лучше всего его повесить посреди комнаты к лампе (под нею), к гвоздю в потолке, к веревочке, перекинутой через комнату и т. под.

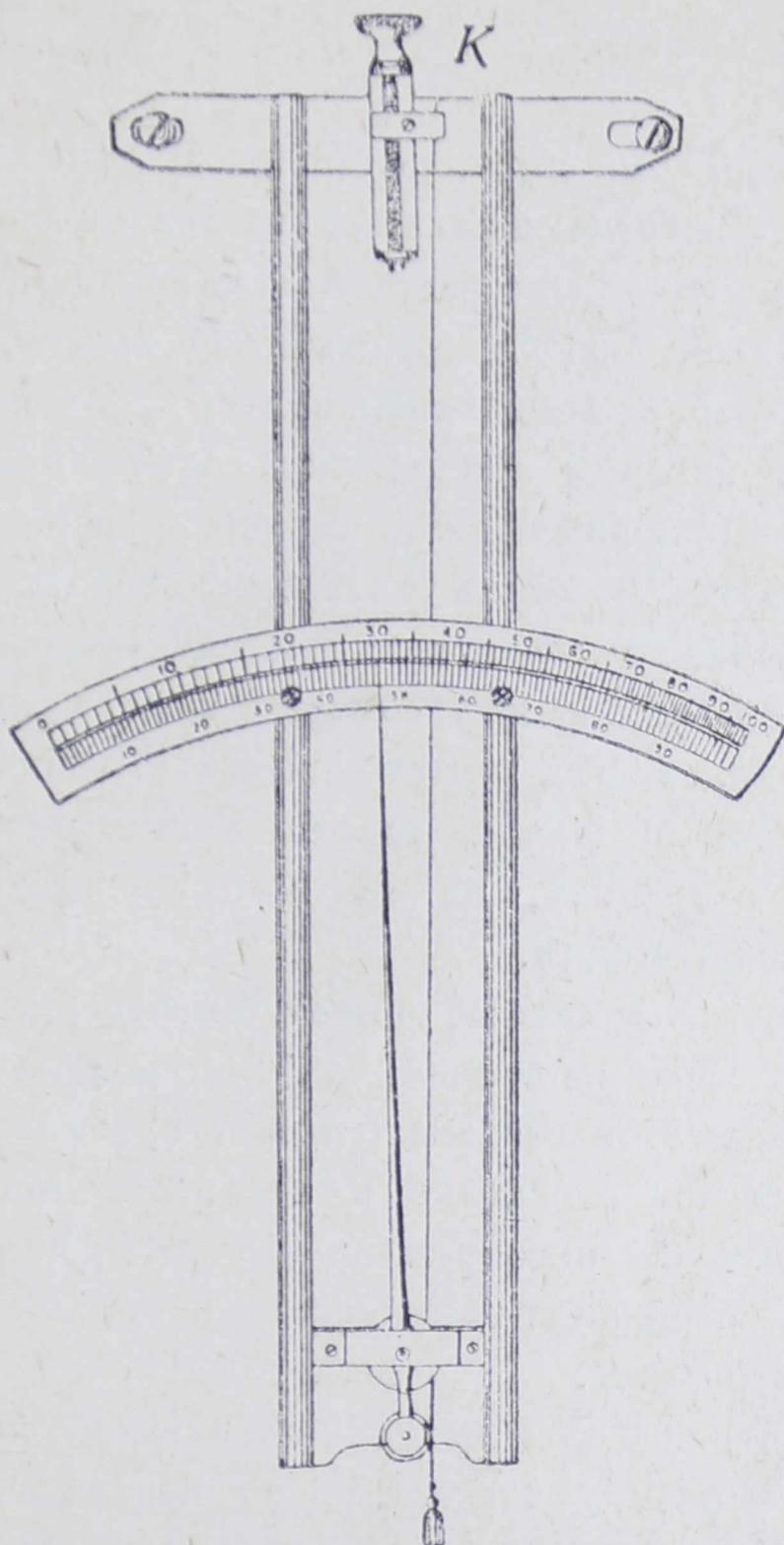
Переносный термометр подвешивается таким же образом, в тех случаях, если не производится специальных обследований температуры разных слоев и участков данного помещения. В этом случае предпочтительнее пользоваться психрометром Асмана, производя отсчеты лишь по сухому термометру.

### Волосной гигрометр.

Прибором, требующим отсчета, является волосной гигрометр, основанный на свойстве волоса удлиняться и сокращаться, под влиянием изменения относительной влажности воздуха. Показания этого прибора зависят от длины волоса, которая меняется не всегда под влиянием одной только влажности, а, под влиянием последней,—не всегда одинаково. Вследствие этих причин, показания его не имеют самостоятельного значения и при каждой установке гигрометр требует выверки на месте по психрометру, с которым его надо периодически сличать и при постоянном пребывании на месте.

Волосной гигрометр состоит из металлической рамки (фиг. 4), в верхней части которой на ползунке, перемещаемом в случае нужды винтом *K*, закреплен обезжиренный женский волос; нижний конец волоса пущен по желобку небольшого ролика или блока и закреплен на нем. Ролик с прикрепленной к нему стрелкой один конец которой ходит по дуге с делениями, а на другом конце которой поставлен противовес, вращается на своей оси в отверстиях, легко разбирающейся рамочки. На втором желобке того же ролика прикреплена шелковинка с гирькой, которая натягивает волос. При уменьшении относительной влажности воздуха, волос сокращается, подымает грузик и двигает стрелку влево, при увеличении—волос удлиняется и грузик, натягивая волос, опускается, двигая стрелку вправо. Так как это удлинение волоса идет неравномерно, то шкала гигрометра делается с постепенно уменьшающимися делениями от 0 до 100, приближенно

соответствующими процентам относительной влажности <sup>1)</sup>. Винт *К* в верхней части рамки назначен для



Фиг. 4. Волосной гигрометр.

1) Иногда, кроме такой шкалы, на той же дуге внизу наносят другую—с равномерными делениями также от 0 до 100, которой пользуются, при подборе нужного качества волоса и для его регулировки.

того, чтобы его вращением перемещать стрелку, по желанию, вправо или влево по шкале. Поэтому, касаться его можно лишь в тех случаях, о которых говорится ниже.

Указанный тип прибора (фиг. 4) является более обычным из встречающихся на наших метеорологических и гидро-метеорологических станциях.

Кроме этой модели, существуют другие, как например: вместо ролика, конец волоса проходит по отрезку дуги, который посредством винта может быть значительно приближен или удален от оси вращения, чем облегчается подгонка показаний стрелки для волос разной чувствительности; при этом, вместо грузика на нити, для натяжения волоса, делается рычажок с противовесом. Далее, вместо винта *К*, для перестановки стрелки по шкале, делают иногда кнопку, вращающуюся с трением, на ось которой наматывается верхний конец волоса.

Гигрометр Кузнецова, имеет, вместо рамки, один стержень с прикрепленной к нему шкалою; вместо одного волоса этот гигрометр имеет пучек волос, при чем стрелка при переноске и перевозке прибора задевает за крючечек и волосы не натянуты; по установке гигрометра стрелка вынимается из крючка и пучек волос натягивается.

Гигрометр Коппе подобен описанному выше стационарному образцу, но ставится на подставке и имеет футляр, надеваемый на него; внутри футляра позади прибора расположена влажная кисея, вполне насыщающая влагой пространство вокруг волоса при закрытом футляре, так что стрелка, вообще говоря, должна стоять в этом случае на делении 100. Для измерения влаж-

ности в помещении, гигрометр устанавливают на полке шкафу, столе и т. п., снимают футляр с влажной кисеей, отставляют его подальше от прибора и через минут 20, когда волос примет длину, соответствующую относительной влажности помещения, производят отсчет. Необходимо следить за тем, чтобы внутри на подставке не было капель влаги, которые необходимо удалить (птичьим пером, пропускной бумагой), так как они отразятся на показании прибора. Особенности гигрометра Коппе ни в какой мере не исключают необходимости контрольных определений влажности по психрометру. Вообще говоря, приборы этого типа, по сравнению с другими гигрометрами, следует признать более целесообразными для внутренних и, особенно сухих помещений.

Есть еще некоторые модели гигрометров, но многие из них, особенно такие, устройство которых скрыто от наблюдателя, могут в руках неспециалистов принести более вреда, чем пользы.

**Уход за гигрометром и пользование им.** Отсчеты показаний стрелки гигрометра делаются в целых делениях по шкале с неравными делениями (по верхней, если у него имеется другая—нижняя шкала с равномерными делениями).

Если есть подозрение, что стрелка застревает от трения в оси или от задевания концом стрелки за шкалу, полезно, после отсчета, слегка постучать по рамке прибора или осторожно, чтобы не погнуть стрелку, отвести ее влево к меньшим показаниям шкалы и посмотреть, не останавливается ли стрелка после этого на новом показании; если признаки тре-

ния замечаются, нужно предпочесть отсчет после постукивания, отметив об этом в записях отсчетов.

Отнюдь не следует трогать волоса, пытаться очистить его от пыли на месте какими-либо механическими средствами или помещать его в непосредственной близости от отопления и других горячих предметов.

Гигрометр принесенный с холода, не следует сразу вынимать из футляра, а надо дать ему некоторое время принять температуру помещения при закрытом футляре.

Установка гигрометра может быть произведена в *вертикальном* положении на уровне человеческого роста, путем прикрепления к деревянной доске, к стенке деревянных полок, шкафа и т. п., но только не в непосредственной близости от наружной стены самого помещения.

Необходимо еще раз подчеркнуть, что показания волосного гигрометра сами по себе совершенно ничего не означают до тех пор, пока он не сличен или не установлен по абсолютному прибору. Независимо от этого, показания волосного гигрометра, после пребывания его в условиях малой относительной влажности (меньше 30%) становятся недостаточно надежными, особенно же, — после продолжительного пребывания прибора в таких условиях.

Волос гигрометра очень нежен и легко растягивается от прикосновения и частых сотрясений, что полезно иметь в виду в зданиях, расположенных в городах на шумных улицах. В случае необходимости снять или перенести гигрометр, требуется осторожность, чтобы не задеть за стрелку и не дернуть ее в правую сторону: помимо возможности оборвать волос, всякое насильственное

вытягивание его вредно отражается на показаниях, и наблюдаемые величины на некоторое время становятся ненадежными. Поэтому, при переноске, рекомендуется заранее сильно отвести стрелку влево и взять прибор так, чтобы конец стрелки сверху был осторожно прижат одним пальцем к плоскости шкалы.

Из сказанного выше видно, что гигрометр в качестве переносного прибора неудобен.

Его можно иметь, в качестве постоянного прибора, напр., в читальных залах, аудиториях и т. п., где, наряду с термометром, гигрометр может давать показания, характеризующие вентиляцию помещения.

Если замечаются неправильности в показаниях гигрометра, напр., стрелка долгое время вовсе не меняет показаний, или передвигается лишь при постукивании, или,—при отводе влево, не возвращается к прежнему показанию, нужно прежде всего посмотреть, не задевает ли конец стрелки за шкалу, исправно ли и в надлежащую ли сторону работает грузик с ниткой или противовес на ролике и не затруднено ли чем-нибудь вращение в осях ролика (поднимая грузик снизу или, отводя противовес, можно убедиться, сказывается ли его действие на натяжении волоса). В случае обнаружения какой-нибудь из этих неисправностей, следует снять гигрометр и положить его для исправления на хорошо освещенный стол, покрытый темной бумагой.

Для выпрямления стрелки достаточно отвести ее предварительно на левую половину шкалы, чтобы не порвать волоса, и, чуть отгибая, пропустить стрелку между двумя пальцами, начиная от середины к концу, чтобы последний отошел от шкалы, но не более, чем на 2—3 мм.

Для чистки осей и ролика следует, отвинтив рамку, поддерживающую ролик со стрелкой, осторожно вынуть его и отложить в сторону, помня, что к нему прикреплен волос, который легко оборвать и испортить растяжением; затем, заострив несколько спичек и чуть смачивая их острия керосином, вращением внутри отверстий для оси протирают их начисто. Чистка осей ролика делается накальванием их в мягкую пробку со следами керосина на одной из ее плоских поверхностей и многократным поворачиванием пробки.

Нельзя капать или мазать керосином или маслом, чтобы они не попали на волос; обильная смазка осей после сборки излишня и даже вредна, т. к. вызывает еще большее засорение в дальнейшем, от оседания пыли; для смазки достаточно того ничтожного слоя, который останется в отверстиях для оси от слабо промасленного острия спички. Иногда необходимо протереть от грязи желобки ролика с помощью спички, смачиваемой, если нужно чистым бензином или спиртом, но весьма осторожно, чтобы не оборвать волоса и нитки с грузиком. Нужно еще убедиться, что противовес на короткой части стрелки исправен, и что она уравновешена (в гигрометрах с гирькой на нити натяжение волоса должна давать только эта гирька).

В случае сильного загрязнения гигрометра или порчи стрелки и осей, обрыва самого волоса или нити у гирьки, необходимо немедленно заменить прибор другим, отослав неисправный гигрометр в ремонт.

При загрязнении волоса осадком пыли и грязи, показания гигрометра по большей части заметно не страдают. Но, если окажется, что при этом волос потерял чувствительность, то иногда придется промыть волос.

Для этого следует налить в плоское блюдо или тарелку чистой воды, употребляемой для психрометра и погрузить в нее волос на 20—30 минут на большую часть его длины, предварительно сняв ролик, но не открепляя обоих концов волоса от частей прибора. Мягкой кисточкой можно чуть пройтись по всей погруженной в воде части волоса, чтобы отмыть слой насевшей грязи; затем, вынув и обсушив волос на чистой пропускной бумаге, следует собрать прибор, не трогая винта *K*, и повесить его для медленной просушки в сыром по возможности помещении на несколько часов. Обычно считается, что от промывки в воде волос немного сокращается (делений на 5), но через сутки возвращается к нормальной своей длине, так что, в большинстве случаев, перестановки винта *K* после промывки не приходится делать.

Прилагаемые к гигрометрам поверочные листки, без которых вообще прибором пользоваться не следует, показывают, что прибор „годен“ к употреблению, без указания, насколько надо исправлять отсчеты по шкале прибора. Поправки получаются из контрольных наблюдений по психрометру.

Устанавливают винтом *K* гигрометр, находящийся в помещении, согласно с вычисленной величиной влажности, определенной по психрометру. При дальнейших контрольных сличениях гигрометра с психрометром, удовлетворяются такой точностью первого из них, при которой, в случаях, когда влажности мало различаются между собой (на 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> — 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub>), разность показаний обоих приборов не превышает 3—5 делений гигрометра. В случае же, если разность результатов по гигрометру и психрометру превышает указанные пре-

дела в  $1\frac{1}{2}$ —2 раза, необходимо, убедившись в правильности показаний психрометра, поместить гигрометр на несколько часов в пространство с высокой относительной влажностью (90—100%). Возвратив гигрометр в более сухую обстановку, повторяют сличение его с психрометром, принимая в расчет его расхождение, как поправку к показаниям гигрометра, при данной относительной влажности.

Если с некоторого времени замечается систематическое увеличение или уменьшение разности показаний гигрометра и психрометра, при мало меняющейся влажности, необходимо снять гигрометр и посмотреть, хорошо ли закреплены концы волоса, привести прибор в порядок, если это требуется, и установить стрелку винтом *K*, или же отослать гигрометр в ремонт и поверку.

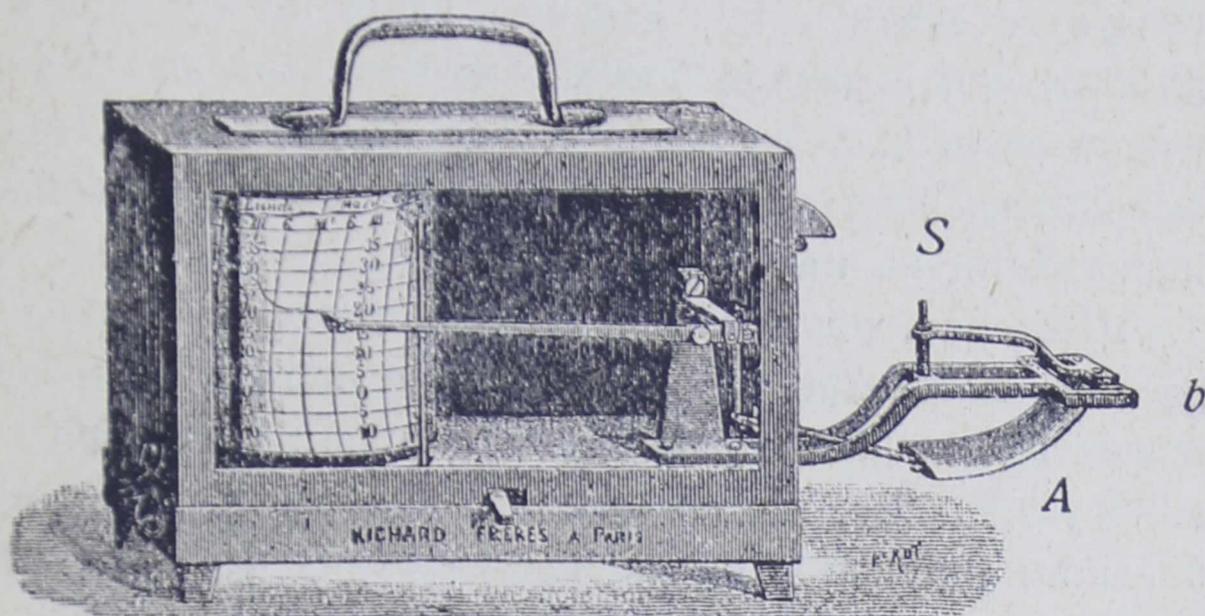
О всех перестановках винта *K* и нарушениях покоя гигрометра, необходимо делать пометки в записях наблюдений.

### Термограф.

Термограф—самописец температуры—может быть применен для изучения теплового режима здания. Как и вообще этого рода самописцы, термограф представляет вариометр, т. е. прибор, показывающий изменение явления. Изменение это видно по ходу кривой, которую чертит перо на ленте барабана, вращаемого часовым механизмом.

Приемником термографа служит изогнутая сплюснутая тонкостенная латунная коробка (Бурдона) *A* (фиг. 5), наглухо закрепленная верхним концом у неподвижной рамки *b*. Своим нижним концом коробка соединена помощью стержня с рычагом, оканчивающимся пером. Коробка наполнена спиртом.

По мере повышения температуры воздуха, спирт расширяется и коробка выпрямляется; при понижении температуры, коробка снова сгибается. При этом, движения нижнего свободного конца коробки передаются в увеличенном виде рычагу с пером. Установка пера на требуемом градусе совершается с помощью винта *S*,



Фиг. 5. Термограф системы Ришара.

изменяющего положение приемной коробки в месте ее закрепления. Для отведения пера от барабана (см. ниже) имеется рычажок (на фиг. 5 над словом „frères“) с вертикальным стержнем, передвигающимся в горизонтальной плоскости.

Перо, наполненное анилиновыми чернилами с глицерином <sup>1)</sup>, проводит тонкую непрерывную черту на разграфленной бумаге, плотно накрутой на цилиндре—барабане, который равномерно вращается, помощью находящегося внутри его часового механизма. Одна из

<sup>1)</sup> изготовляемыми особым способом; их можно выписать со склада Гл. Геофизической Обсерватории в Ленинграде.

осей часового механизма проходит через нижнее основание барабана; на выходящем наружу конце этой оси надета маленькая шестерня, которая, вращаясь от действия часового механизма и сцепляясь с зубцами неподвижной шестерни, насаженной на основной оси вращения барабана, заставляет вращаться и весь барабан. Чтобы снять барабан с его оси, предварительно следует отвинтить центральную гайку на крышке барабана; при обратной постановке барабана на его ось, нужно осторожно опускать его до самого конца, пока зубья малой шестерни попадут между зубьями большой, — насаженной на неподвижной оси.

Шестерня, передающая часовое движение всему барабану, насажена на свою ось не наглухо и может вращаться на ней с некоторым трением; благодаря такому устройству, можно вращать барабан рукой с небольшим усилием в обоих направлениях без вреда для часового механизма и устанавливать перо на любое вертикальное деление бумаги, соответствующее данному моменту.

Ход часов регулируется посредством рычажка через соответствующее отверстие в крышке барабана, имеющее заслонку.

Для предохранения приемника от ударов, он часто бывает защищен наружной металлической сеткой.

К термографу прилагается ключ, большое граненое гнездо которого служит для завода часов барабана, малое — для вращения установочного рычага S.

Для действия прибора необходимы упомянутые выше анилиновые чернила, разграфленные бумажные ленты, соответствующие ходу часов барабана, и перья, надеваемые на конец рычага.

Лучше всего пользоваться для работ термографами системы Ришара, которые бывают с большим барабаном и суточным или недельным ходом, с малым барабаном и суточным, двухсуточным или недельным ходом. Для наших целей более всего применимы *недельные термографы с малым или, еще лучше, с большим барабаном*. Тепловой оборот отопляемого здания совершается в течение суток, и диаграммы прибора с недельным ходом будут несколько менее отчетливы, но, зато, будут обычно показательнее, так как дадут на одной ленте колебания за ряд дней, в виде периодической кривой (фиг. 10).

Перед употреблением, необходимо поверить термограф в специальном поверочном учреждении (см. стр. 31) и получить на него официальный поверочный листок.

Для примера приводится образец такого поверочного листка.

**ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ**

ОТДЕЛЕНИЕ ПОВЕРКИ ПРИБОРОВ

Ленинград.

**Термограф № 116997 (3672).**

Поправки термографа выведены из сличения его с нормальным термометром Главной Геофизической Обсерватории в Ленинграде.

Лента № 161.	При — 30° поправка =	
	„ — 20° „ =	
	„ — 10° „ =	
	„ 0° „ =	0,0
	„ + 10° „ =	— 0,1
	„ + 20° „ =	— 0,3
	„ + 30° „ =	— 0,6

Время поверки: декабрь 1925 г.

М. П.

Заведывающий Отделением (подпись)

Листок удостоверяет факт годности и характеризует чувствительность прибора. Его поправки не служат для того, чтобы их вводить в показания самописца.

**Установка термографа.** В зависимости от конструкции прибора, каждый день, каждые два дня или каждую неделю, должно менять бумагу и заводить часы, при чем надо действовать в таком порядке:

1. Действуя рычагом, выступающим из подставки прибора, слегка отодвинуть от барабана перо настолько, однако, чтобы оно не было слишком близко к стеклу футляра.

2. Открыть футляр прибора, отстегнув наружные крючки.

3. Отвинтить гайку с верхней части центральной оси, на которой насажен барабан и снять барабан, поднимая его кверху. Если необходимо, то предварительно еще отвести перо рычагом.

4. Держа барабан в руках, снять пружинку, прижимающую бумажную ленту к барабану, и, сняв ленту с записью, записать на ленте по точным часам время (с точностью до 2 минут у суточного и до 5 мин. у недельного), когда прекращена запись <sup>1)</sup>).

5. Завести часы, для чего надо вставить ключ в отверстие, закрываемое металлической пробкой, и вращать ключ влево. (Второе отверстие с отодвигающейся крышечкой-заслонкой служит, как было сказано, для регулирования хода часов). В некоторых образцах са-

---

<sup>1)</sup> При смене ленты, барабан надо держать в руках. Ставить его следует на нижний выступающий круг и притом на какие-нибудь подставочки (книги, коробки и т. под.) так, чтобы шестерня была на весу.

мописцев ключ наглухо прикреплен и находится всегда на барабане.

6. Наложить на барабан новую бумажную ленту так, чтобы левый край ее находил на правый край и приходился как раз в том месте, где вставляется пружинная пластинка; накладывая бумагу, надо внимательно следить за тем, чтобы она всюду плотно прилегала к поверхности барабана и нанесенные на ленте линии совпадали своими концами. Если лента ровно обрезана, то это легко достигается таким наложением ленты, чтобы нижний край бумаги доходил вплотную до выступа нижнего основания барабана.

7. Добавить, если нужно, чернил в перо, не наполняя, однако, до его краев и отнюдь не переполняя. Вообще, эта простая операция требует аккуратности: чернила не должны разбрызгиваться на прибор или попадать на рычажок, на который надето перо, особенно, если он алюминиевый, так как они разъедают рычаг, и он может вскоре сломаться. Если перо переполнено, следует снять излишек чернил пропускной бумагой.

8. Поставить барабан с новой лентой на ось, соблюдая осторожность в момент сцепления зубчатых колес, и повернуть барабан так, чтобы положение пера на ленте соответствовало данному моменту. Чтобы привести барабан точным образом в нужное положение, окончательное вращение его рукою должно быть против <sup>1)</sup> часовой стрелки (для уничтожения мертвого хода).

9. Перед опусканием пера, отметить карандашом на ленте по часам момент начала записи (с точностью

---

<sup>1)</sup> глядя на барабан сверху.

до 2—3 минут у суточного и— до 15 мин. у недельного самописца).

10. Придвинуть вертикальный стержень так, чтобы перо прикоснулось к цилиндру и, слегка качнув рычаг, убедиться, что кончик пера смочен чернилами и пишет. Для получения хорошей записи трение пера о бумагу должно быть очень мало; если, при наклоне прибора на угол от  $30^{\circ}$  до  $40^{\circ}$ , перо в этом положении начинает слегка отходить от барабана, то трение надлежащее; если же перо не отходит от барабана, то винтиком, находящимся в начале пишущего рычажка, можно заставить последний пружинить несколько слабее и получить надлежащее трение. Не следует регулировать нажим изгибанием самого рычажка: последнее можно делать лишь с большой осторожностью и только для восстановления действия указанного винтика, когда он почему-либо перестанет уже регулировать нажим пера.

11. Закрывать футляр. На оборотной стороне лент следует записывать название помещения и пункта наблюдения, номер прибора, с которого снята лента, год, месяц и число, когда она наложена и,—когда снята. Без этих отметок, при большом количестве регистраций, их легко перепутать, что до крайности затруднит и может даже сделать невозможным использование этих записей впоследствии. Отметки времени можно делать и целиком на лицевой стороне ленты.

Устанавливая прибор, необходимо следить, чтобы приемная часть находилась именно там, где требуется определить температуру воздуха. Это существенно иметь в виду, напр., когда прибор ставится между книжными полками, недалеко от вентиляторов, душников, прямых солнечных лучей и т. под. Можно подвешивать термо-

граф (захватывая его за ножки), на подобие того, как мы это рекомендовали делать с психрометром. Для прибора необходима спокойная стоянка в течение всего времени наблюдения, нарушаемая лишь сменой лент и заводом барабана.

Сличение записей суточного термографа с показаниями термометра, хотя бы раз в сутки (лучше, всего при смене лент)—полезно. Правда, это может быть не всегда необходимо, так как в наших условиях интересны колебания температуры в сравнительно короткие промежутки времени, для чего нужен лишь чувствительный и надежный прибор, независимо от абсолютного значения самой температуры воздуха.

В случае недельного термографа, необходимо сличение его с термометром при каждой смене лент.

При сличении записи термографа с показанием термометра, делается отметка времени на ленте: рукой или карандашом осторожно нажимают сверху или снизу на пишущий рычаг так, чтобы перо сделало вертикальную черту на ленте, длиною в несколько мм; этот момент, замеченный по часам, записывают на ленте.

Перед наблюдением термограф должен некоторое время выстояться в обследуемом помещении или близких к нему температурных условиях, после чего его можно установить, сличив с термометром, для контроля его дальнейших показаний.

Обозначения дней недели и часов имеющиеся при вертикальных делениях ленты термографа не являются обязательными и могут быть исправлены от руки карандашом или чернилами, в случае необходимости их переставить, напр., когда лента сменяется в другой день недели, кроме понедельника,—днем или вечером,

вместо утра. Важно время, помеченное от руки карандашом при смене ленты.

Образцы заполненных лент термографа — термограммы см. на фиг. 10 и 11 (стр. 70).

**Уход за термографом.** При плохом уходе за прибором, перо скоро загрязняется и чертит толстую линию; чтобы его вычистить, надо его снять, сдвинув с конца рычажка, и положить на несколько часов в воду, затем осторожно вытереть тонким полотном или мягкой кисточкой, стараясь не смять пера и не изогнуть его острия; потом следует смочить и также насухо вытереть рычажок, пустив каплю масла на его конец в том месте, где надевается перо, и снова надеть последнее так, чтобы, по возможности, перо попало на старое место; иначе длина рычага изменится и от этого может измениться немного и чувствительность прибора. Такую чистку приходится обычно производить не чаще одного раза в три — четыре месяца непрерывной работы прибора. По большей части, если перо почему-либо не пишет, бывает достаточно провести тонкой, но плотной бумагой в расщепе пера, стараясь, однако, не засорить его и не разогнуть острий. Если острия пера смяты или разошлись, лучше такое перо заменить новым, так как исправление довольно затруднительно.

Вообще, по мере возможности, следует взглянуть на перо самописца, чтобы убедиться, достаточно ли в нем чернил и хорошо ли пишет перо.

Если часы в течение недели ушли вперед или отстали более чем на час (для приборов с суточным оборотом барабана более 10 — 15 минут в сутки), то следует замедлить или ускорить их ход; для этого нужно отодвинуть заслонку отверстия, имеющегося

в крышке часового механизма, и передвинуть немного имеющуюся там же небольшую стрелку к выгравированной возле нее букве *R*, если часы спешат, или к подобной же букве *A*, если они отстают.

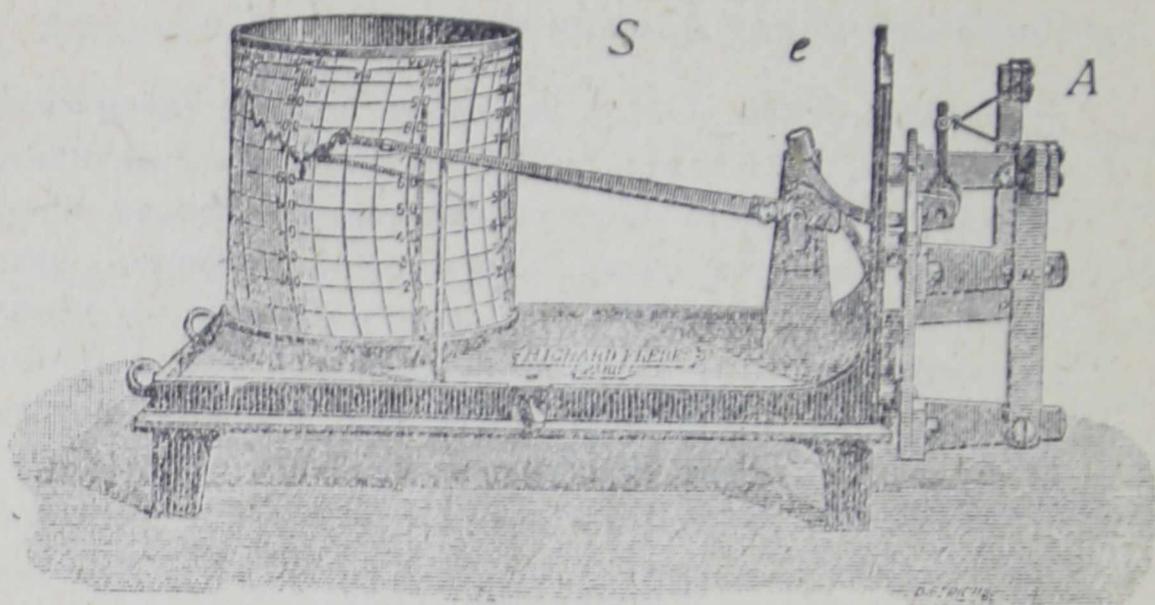
Нередко, если прибор находился под действием сильного мороза, часы останавливаются; в таком случае нужно прежде всего внести прибор в теплое помещение, но не следует открывать ящика, а, тем более, разбирать механизма часов раньше, чем они примут температуру комнаты, чтобы холодные части не покрывались влагой комнатного воздуха. Остановка часов при сильных морозах обыкновенно бывает от сгущения смазки в осях.

### Гигрограф.

Гигрограф — самопишущий волосной гигрометр. Приемная часть прибора системы Р и ш а р а состоит из пучка обезжиренных человеческих волос, прикрепленного своими концами к неподвижным стойкам *A* (фиг. 6). Посредине этот пучок оттягивается рычагом с кривым плечом и натягивающим пучек волос противовесом *e*. Плечо скользит по другому кривому стержню, находящемуся под кривым плечом и скрепленному с пишущим рычагом *S*. Изменение длины волоса, сопровождающее колебания влажности воздуха, заставляет перемещаться кривые рычаги так, что они скользят один по другому, благодаря чему перо пишет кривую относительной влажности на ленте, накрутой на барабан с часовым механизмом. Кривизна стержней рассчитана так, чтобы неравномерное сокращение волос не отзывалось на пропорциональности перемещений пера.

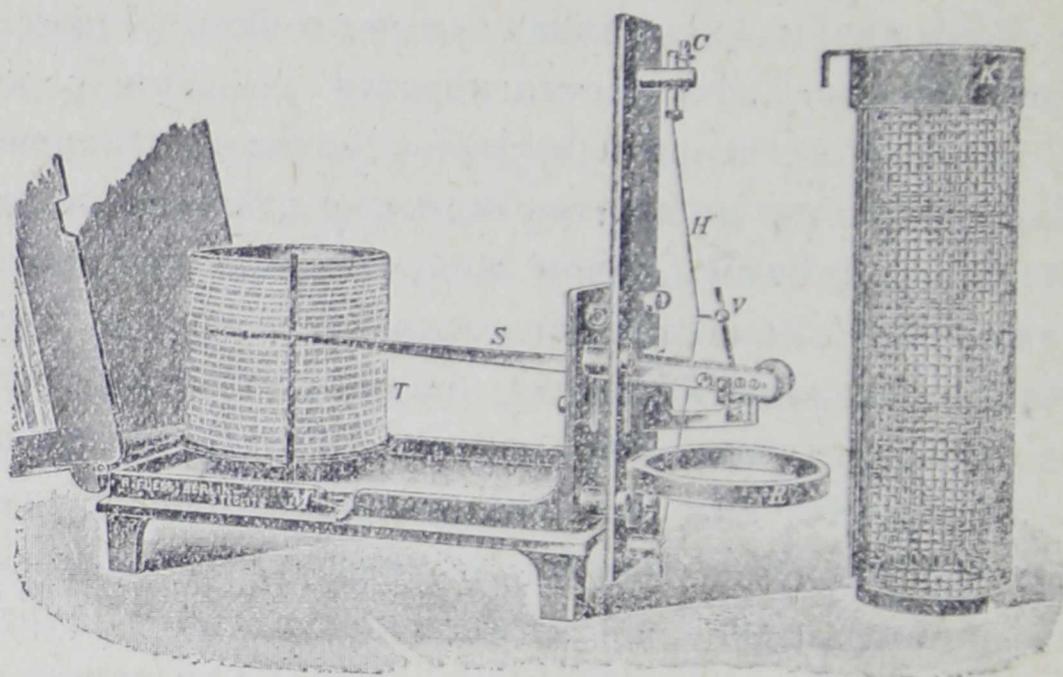
Несколько иное устройство имеет приемник гигрографа системы Ф у с с а (фиг. 7).

Вертикальный пучек волос  $H$  проходит в колечко рычажка  $V$ , насаженного непосредственно на оси вра-



Фиг. 6. Гигрограф системы Ришара.

щения длинного прямого пишущего рычага  $S$ . У последнего (на фиг.—справа) имеется противовес, который,



Фиг. 7. Гигрограф системы Фусса.

действуя на рычажок  $V$ , натягивает волос. Для регулировки натяжения волоса служит винт  $C$ ,

Пишущая часть гигрографа устроена так же, как и у термографа. Приемник гигрографа защищен металлической наружной сеткой  $K$ , укрепляемой в кольце  $R$ .

Отметка времени на ленте производится у гигрографа Ришара, путем легкого приподнятия, у гигрографа Фусса—опускания рычага с пером. Опускать рычаг в приборе Ришара или поднимать его в приборе Фусса нельзя, так как при этом натягивается волос. Установка пера на нужном делении ленты производится путем вращения винта на одной из стоек, действующего на пучек волос.

К прибору прилагается ключ для завода часов и установки пера.

Применение гигрографа может иметь место в случае, если бы мы хотели вести систематическую запись относительной влажности.

Если здание мало посещается людьми и относительная влажность, напр., за сутки меняется только, в связи с колебаниями температуры, то применять гигрограф нет нужды. В посещаемых же помещениях, напр., в выставочных, читальных залах и т. под., напротив, гигрограф, имея то же значение, что и гигрометр, особенно полезен потому, что он дает непрерывную запись хода влажности, являющуюся документом официального значения.

Если в термограмме (лента с записью температуры) нас интересует главным образом ход явления — его вариации за известный период времени, то, рассматривая *гигрограмму*, мы будем интересоваться *самой величиной относительной влажности*. Поэтому, установка прибора (ключем) на правильное показание пера на ленте и контрольные определения важно

производить тем чаще, чем точнее мы хотим иметь данные.

Прибор мало чувствителен к сотрясениям. Показания гигрографа следует сверять с психрометром не менее раза (при смене лент), желательно — 2 раза в сутки. При этом необходимо точно делать отметки времени пером на ленте.

Гигрографы бывают с большим барабаном и малым барабаном — суточным, двухсуточным или недельным ходом.

Для изучения и характеристики режима здания имеет преимущество гигрограф с суточным ходом, и тем более, — с большим барабаном, так как в этом случае изменения влажности будут отчетливо отмечены и запись на ленте удобна для обработки. О недельном гигрографе следует в этом отношении сказать то же, что и о недельном термографе (стр. 47).

Некоторые детали гигрографа, как, напр., часовой механизм, имеют общее с термографом, описанием которого можно пользоваться частью и для гигрографа. Установка последнего производится в общем таким же образом.

С поверкой показаний гигрографа поступают аналогично гигрометру (стр. 43).

### Термогигрограф.

Термогигрограф, как прибор комбинированный, одновременно отмечает изменения температуры и влажности. Существующие типы приборов обладают укороченной лентой и дают несколько более грубые записи в относительной влажности. Это не исключает, однако, возможности использования их для исследования воздуха во внутренних помеще-

ниях общественных зданий - хранилищ и, — в качестве контрольных приборов на пути вентиляционного воздушного тока, где они могут быть весьма полезны.

Существуют термогигрографы системы Ришара и Кузнецова (фиг. 8). Вторая система имеет преимущество, так как быстрее отражает колебания температуры.

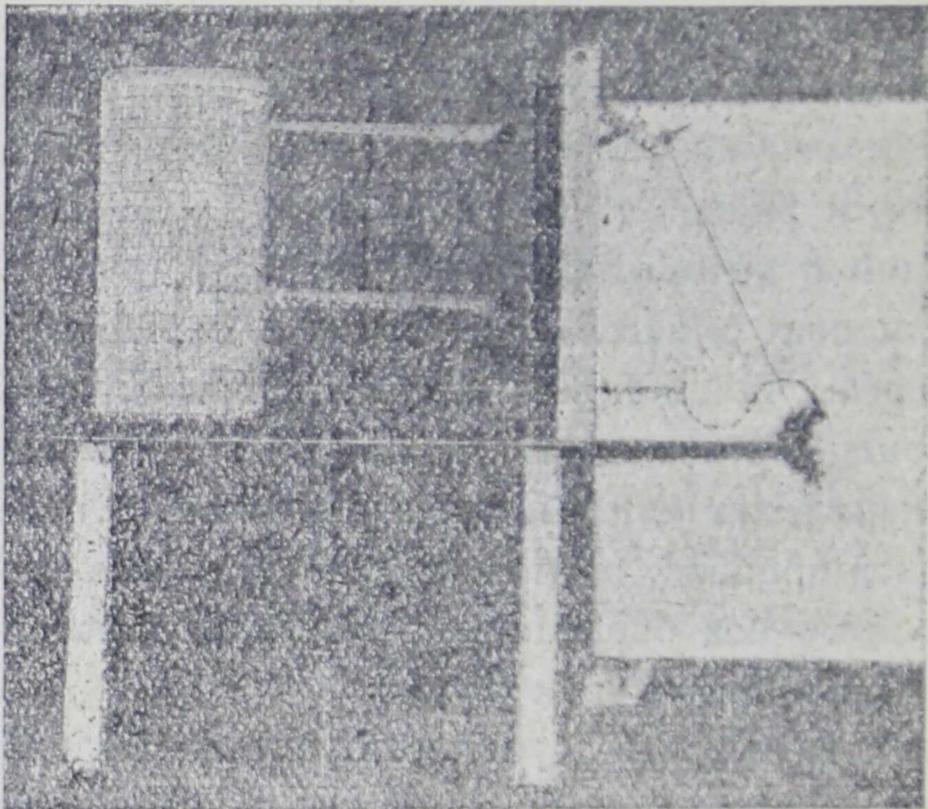
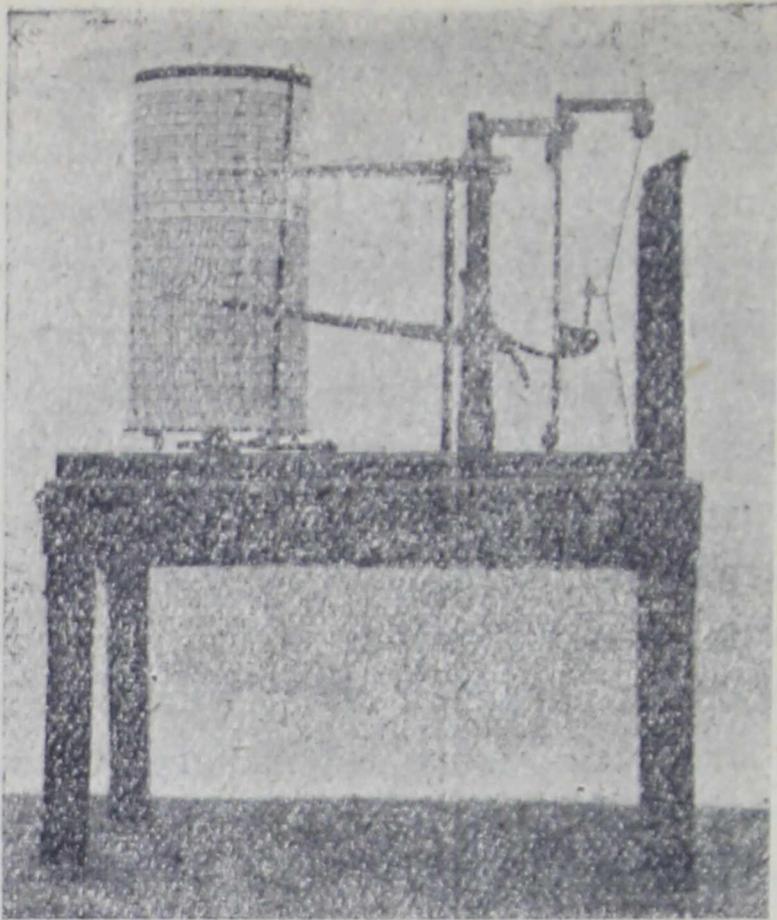
Термогигрограф Ришара представляет соединение термографа с гигрографом, при чем обычно виден только приемник гигрографа (пучек волос), а приемник термографа — бурдонова трубка, — скрыт в подставке прибора и защищен снизу металлической пластинкой с отверстиями для свободного обмена воздуха.

Барaban с часовым механизмом в термогигрографе значительно выше, чем в отдельности в термографе и гигрографе, так как на нем должна поместиться лента двойной ширины с двумя шкалами: температуры и относительной влажности. Что касается деталей конструкции и ухода за прибором, то в этом отношении нет существенной разницы между термогигрографом и одиночными рижаровскими приборами, руководство для обращения с которыми было дано выше.

Установка рычагов с перьями в термогигрографе производится при помощи ключа, прилагаемого к прибору (конец с малым отверстием). Штифты квадратного сечения, на которые надевается ключ, находятся под доской прибора, а именно: штифт,двигающий перо термографа, — под барабаном, а штифт,двигающий перо гигрографа, — под пучком волос.

В термогигрографе Кузнецова есть несколько существенных конструктивных отличий от приборов Ришара.

Чувствительным приемником для температуры служит изогнутая в виде буквы S би-металлическая пла-



Фиг. 8. Термогигрографы: сверху Ришара, нижний—Кузнецова.  
Позади последнего справа стоит белый экран,

стинка, спаянная по всей площади своей из двух тонких пластинок: одной из никкелевой стали, „инвар“, а другой—из латуни. При повышении температуры латунь расширяется, а „инвар“—почти нет; этим обуславливается сравнительно быстрое изгибание спаянной S-образной пластинки в ту или другую сторону, весьма чувствительное к колебаниям температуры.

Барабан, служащий для накрутки ленты, насажен с трением на особый цилиндрический кожух, в котором заключен часовой механизм. Чтобы снять барабан с лентой, не прикасаясь к последней, следует воспользоваться особыми гнездами для пальцев, имеющимися в верхнем основании барабана.

Термогигрограф Кузнецова снабжен высокими стойками с лапками на концах. При постоянной установке прибора, эти лапки привинчиваются шурупами к доске, столу, полке и т. п.

В отношении ухода за прибором и обработки его записей следует руководствоваться теми же правилами и указаниями, какие существуют вообще для самописцев.

### Определение пыли.

По вопросу о пыли в воздухе мы считаем нужным отослать к руководству М. Гродзовского: „Анализ воздуха в промышленных предприятиях“, где (часть I отд. III) на 20 страницах разбираются вопросы об исследовании пыли в воздухе. Для наших целей придется ограничиться весовыми способами определения, поскольку нас интересует осаждение пыли на объектах хранения и контроль над действием пылесосных приборов—поглотителей или фильтров.

Наиболее простым из весовых методов определения количества пыли является прямое осаждение ее из воздуха. На металлических, стеклянных, фарфоровых или даже на бумажных гладких (хорошо проклеенных) листах пыли дают осаждаться в течение нужного промежутка времени. Затем, пыль осторожно собирается и взвешивается на точных весах. Можно собрать пыль предварительно взвешенной ваткой, которую потом снова взвесить вместе с собранной пылью. Зная площадь листа, можно вычислить, сколько пыли осело за такое-то время, в таком-то месте помещения, на такой-то высоте на единицу площади (1 кв. м). Разделив на число суток или часов, получим среднее за сутки или в час.

Зная высоту помещения, можно даже, с некоторым допуском, исчислить среднее содержание пыли в 1 кв. м воздуха, путем деления указанных величин на высоту помещения в метрах. Последнее определение, однако, относится скорее к области гигиены здания, для чего предпочитают пользоваться более точными приемами.

Несмотря на неточность способа прямого осаждения пыли, в пределах наших задач, и, для подсчета осажденной пыли на площадь, он является достаточным и, кроме того, простым и не требующим специальных знаний, в том случае, если в помещении выпадение пыли достаточно заметно. При малых количествах пыли, этот метод становится трудноприменимым, но тогда и практическая необходимость в учете пыли в помещении не будет иметь места.

Методы счета пылинок сложны и результаты их для наших целей непосредственно неприменимы,

### III.

## Случаи исследования воздуха в помещениях.

Применение приборов, указанных в предыдущей главе, может иметь место в случаях:

1. Общего эпизодического обследования здания.
  2. Систематического обследования всего здания или отдельных помещений.
  3. Детального обследования отдельных помещений.
- 

1. **Общее эпизодическое обследование** здания имеет целью определение изменения физических условий внутри его в течение суток, как говорят, *определение суточного хода элементов*. Это — своего рода *диагноз* режима здания в целом, характеристика тех условий, которые имеются налицо в данный момент, как результат взаимодействия двух факторов: с одной стороны, теплообмена помещений с наружным воздухом через стены, двери, окна, с другой — вентиляции и отопления. Эти естественные и искусственные деятели имеют суточный ход, как потому, что они зависят от состояния атмосферы — погоды, так и вследствие распределения всех работ в здании хранилище по суткам и большего или меньшего стремления его хозяина

удерживать по возможности одинаковую температуру в течение суток. Таким образом, изучение суточного хода физических условий в течение двух-трех суток уже дадут ориентировочную характеристику качеств самого здания и его отопительных и вентиляционных устройств.

Прежде всего, как вытекает из соображений, приведенных в главе I-й, необходимо определить ход температуры воздуха внутри здания. Наиболее удобным для этой цели является термограф, на ленте которого мы прямо получаем изображение суточного хода температуры. Как показывают наблюдения, в хорошо построенных массивных зданиях, температура мало меняется и, например, суточный термограф пишет настолько ровно, что за сутки получается почти прямая, параллельная краю барабана линия.

Установка термографа совершается по возможности в наиболее характерном месте помещений на столике или тумбе, так, чтобы приемник прибора выступал бы за край подставки и был обтекаем возможно большим количеством воздуха (фиг. 9).

Не всегда можно при такой установке оградить прибор от сотрясения и сохранить его неприкосновенность. В этих случаях лучше подвешивать термограф, как указано в его описании (стр. 50—51).

Высота положения термографа во время исследования определяется условиями помещения и расположением хранимых в нем предметов. Можно придерживаться высоты человеческого роста, так, чтобы глаз наблюдателя среднего роста приходился против ленты. Однако, в некоторых случаях приходится отступать от этого, если, напр., предметы хранения находятся на иной высоте. В таких случаях производят дополнитель-

ное наблюдение ниже или выше, чаще же ограничиваются одним исследованием на нужной высоте. Практически можно принять, что температура в не очень высоких помещениях характеризуется температурой на уровне роста человека.

При невозможности иметь в своем распоряжении термограф, приходится ограничиваться термометром, обращение с которым указано в гл. II. В этом случае следует производить ряд отсчетов в течение суток, желательно не реже, чем через 2 часа, особенно, если обследование происходит в период прекращения действия отопления (напр., ночью) в зимнее время и, во время сильного нагревания солнцем летом. В здании менее солидной постройки необходимо отсчитывать температуру ежечасно. При этом, достаточно провести температурные исследования 2—3 суток в каждой из обследуемых частей здания, которая могла бы, по предположению обследующего, иметь свой режим, благодаря характеру постройки (различные этажи, главный корпус, флигели, мезонины и т. п.), различию в системах отопления и вентиляции, расположению здания (южная или северная сторона, направление преобладающих ветров) и т. под.

В некоторых случаях достаточно выяснение суточного хода температуры в течение всего одних суток. Так же поступают и при исследовании температурного режима здания в нескольких точках, находящихся в одинаковых условиях.

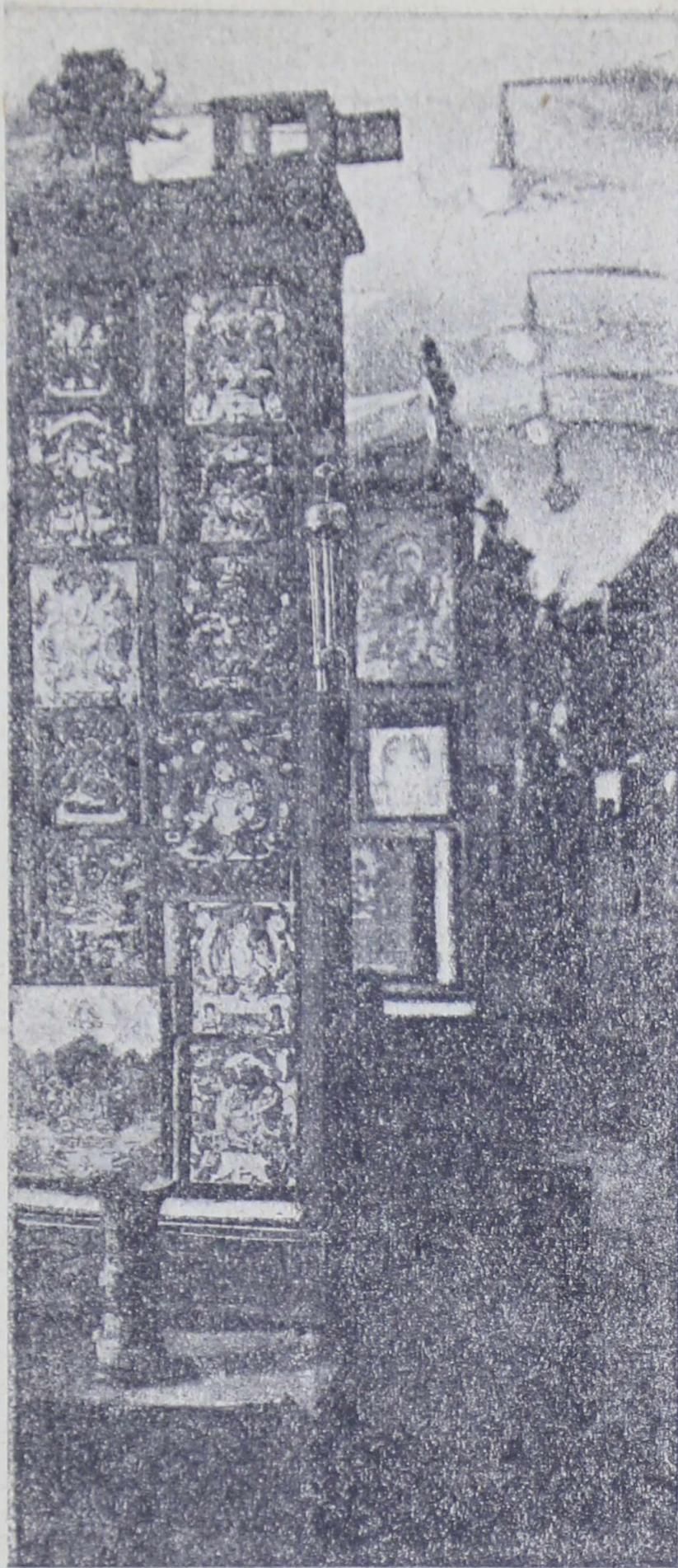
Во всяком случае, результаты наблюдений в самом начале укажут дальнейший ход работы.

Целью эпизодического обследования является также и диагноз влажности здания.

Для этого необходим обход с аспирационным психрометром всех интересующих хранителя помещений. Такой обход может быть совершен один раз, лучше же повторить его 2 или даже 3 раза в смежные сутки или через более значительный промежуток времени, чтобы по возможности обеспечить свои выводы от случайных ошибок.

Подвешивание психрометра Асмана производится на уровне человеческого роста посредине комнаты (фиг. 9). В высоких комнатах при повторном обследовании можно делать дополнительные наблюдения у потолка, что относится уже к детальному обследованию (см. ниже).

Поскольку ход температуры необходимо определять, путем систематического наблюдения за определенный промежуток времени, постольку абсолютная влажность, меняющаяся в здании чрезвычайно медленно, требует при эпизодическом обследовании лишь однократного исследования, по данным которого можно вычислить изменения относительной влажности и точку росы, в зависимости от температуры в любое время суток. Поэтому, для эпизодических исследований достаточно пользоваться лишь аспирационным психрометром и, если возможно, термографом. Остальные приборы или не необходимы или вовсе не пригодны для этой цели. Во время обследования желательна возможно большая изоляция внутренних помещений от наружного воздуха, для достижения которой необходимо бездействие вентиляции или—не открывать форточки, по крайней мере за несколько часов до наблюдения. Так как это не всегда возможно, то, в противном случае, необходимо отмечать это обстоятельство при наблюдениях, учитывая затем при выводах.



Фиг. 9. Установка термографа и психрометра Асмана в музее. Термограф стоит на верхней полке витрины, при чем приемник его выступает за ее край. Психрометр висит на тонкой проволоке, спущенной с карниза витрины.

Наиболее удобные сроки эпизодических обследований зимою—утро, летом—после полудня, перед наступлением вечера. В это время здание зимою наиболее охлаждено за ночь или — нагрето солнцем за день летом, т. е. имеется возможность оценить, насколько здание в состоянии поддержать внутри себя устойчивые физические условия. Наиболее подходящей явятся, по той же причине, предшествующие обследованию ясная ночь или солнечный день, но в обоих случаях не пасмурная погода с облачным небом.

Все обследования должны сопровождаться наблюдениями погоды. Наиболее просто получить эти данные с вблизи находящейся метеорологической станции, условия погоды которой не отличаются заметно от погоды в месте обследуемого здания. Если получение готовых данных почему-либо затруднено, то необходимо произвести наблюдения погоды своими средствами, пользуясь указаниями „Руководства метеорологическим станциям II разр.“ вып. I, Ленинград, 1928 г. с дополнениями.

Необходимы данные о температуре воздуха, во время обследования <sup>1)</sup>, средней суточной <sup>2)</sup>, максимальной и минимальной за сутки, предшествующие обследованию и—за текущие сутки. Кроме того, необходимы данные абсолютной и относительной влажности наружного воздуха во время наблюдения в здании. Не лишены значения также данные единичных наблюдений или средние суточные температуры почвы (по возможности, непо-

---

<sup>1)</sup> или не ранее, чем за 2 часа до и—через час после обследования, если оно само продолжается не больше 2 часов.

<sup>2)</sup> Среднее арифметическое из температур воздуха в 7, 13 и 21 (или 19) часов данных суток.

крытой растительностью) на 2—3 глубинах за 2—3 дня, для приблизительного суждения о возможной прогреваемости стен здания—процессе, аналогичном, в грубом приближении, прогреванию почвы.

Из упомянутых наблюдений, своими средствами без специальных установок могут быть произведены лишь наблюдения над температурой воздуха: в момент обследования, в 7, 13 и 21 час, а также—над влажностью воздуха в те же сроки, с помощью аспирационного психрометра, подвешиваемого над землей на высоте 2 м. При этом безразлично, подвешен ли психрометр на солнце или в тени, лишь бы это было достаточно открытое место, близкое по условиям погоды к обследуемому зданию. Не следует менять раз избранное место для наблюдений погоды до окончания обследования, если это не вызывается особой необходимостью.

Необходимо также замечать общее состояние погоды, напр.: ясно, облачно, пасмурно, дождь и т. д.

Что касается гигрометра самописцев и друг., то для наблюдений на наружном воздухе с их помощью, требуются специальные установки в жалюзийных будках особого типа.

Можно предложить формы записи результатов эпизодического обследования здания-хранилища, приведенные на следующей странице.

Полезно вычерчивать графики по отдельным элементам погоды, если наблюдения охватывают период непрерывно хотя бы в несколько десятков суток (см. фиг. 15).

**2. Систематическое обследование** — производится для *всего здания*, с целью подробного ознакомления с

### Форма I.

Общее эпизодическое обследование физических свойств воздуха такого-то здания, там-то <sup>1)</sup>, произведенное там-то <sup>2)</sup>, такого-то числа, месяца, года.

Часы и минуты	Место наблюдения	Отсчет по сухому термометру	Инструментальная поправка	Истинная температура воздуха	Отсчет по смоч. термометру	Инструментальная поправка	Истинная температура по смоченному термометру	Примечания
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX

### Форма II.

Журнал погоды в гор. . . . . по наблюдениям (такой-то станции, или по наблюдениям во дворе библиотеки и т. под.) в таком-то году.

Число и месяц	Температура воздуха				Относит. влажн. в % в час обслед.	Абсол. влажн. в мм в час обслед.	Сост. погоды общее и во время обслед.	Темп. почвы (тогда-то) на глубине в метрах			Примечания
	В час наблюдения	Средняя суточная	Максимальная	Минимальная				0,4 <sup>3)</sup>	0,8 <sup>3)</sup>	1,6 <sup>3)</sup>	
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

1) Город, местность.

2) Зал, галерея и т. под.

3) Взята примерно обычная глубина измерения.

его режимом и изменением его физических условий в течение длительного промежутка времени, т. е. с *сезонным ходом* его элементов. Кроме того, систематическое обследование имеет значение для *контроля действия отопления и вентиляции*.

В первом случае, когда задачей обследования является выяснение сезонного хода температуры и, главным образом влажности, обследование должно проходить по заранее намеченному плану, составлению которого предшествует эпизодическое обследование.

Систематическое обследование всего здания в целом может быть простейшим образом выполнено, с помощью аспирационного психрометра и термографа и представляет собою как бы систему эпизодических обследований, выполняемых по плану. Каждый цикл наблюдений должен заключать в себе обход намеченных к изучению частей здания в определенный промежуток времени, так, чтобы ежемесячно или, лучше—дважды в месяц, в определенные числа производилось обследование данного помещения.

В таком случае получится за сезон несколько, а за год 12 или 24 наблюдения, отстоящие друг от друга на равные промежутки времени. Если здание велико и одним комплектом приборов нельзя обслужить в срок все намеченные помещения, лучше приобрести лишний комплект приборов или, в крайнем случае, сократить количество обследуемых помещений, не убавляя числа обследований за год для наиболее важных помещений.

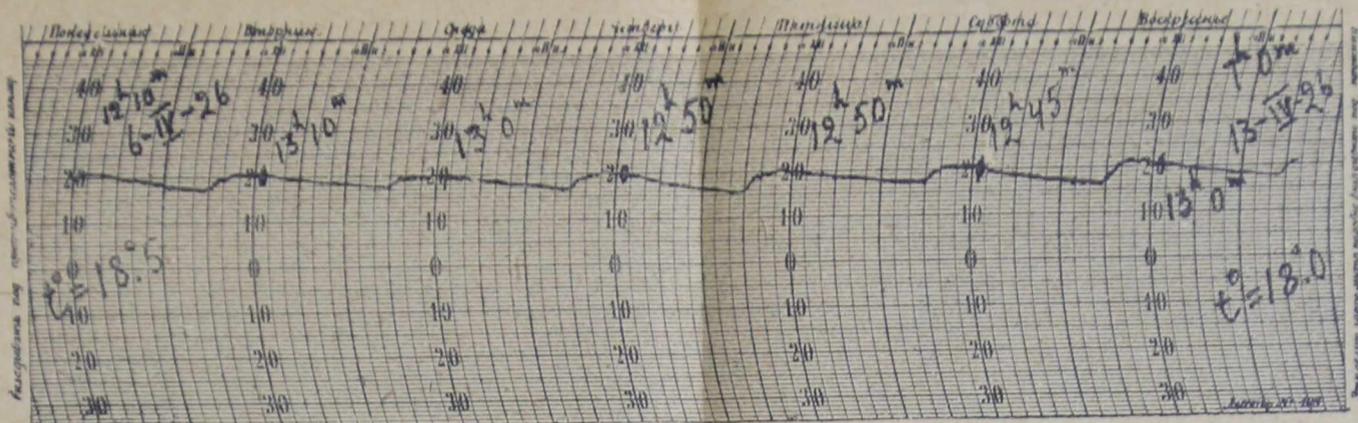
При большом количестве обследуемых помещений систематическое обследование становится непрерывным так что журнал погоды, который должен сопровождать эти работы, станет, в сущности ежедневной записью

наблюдений над погодой, в той части данных, которые указаны в форме II (стр. 68). Обследование одного и того же помещения должно быть приурочено не только ко дню, но и к определенному часу, в течение известного сезона.

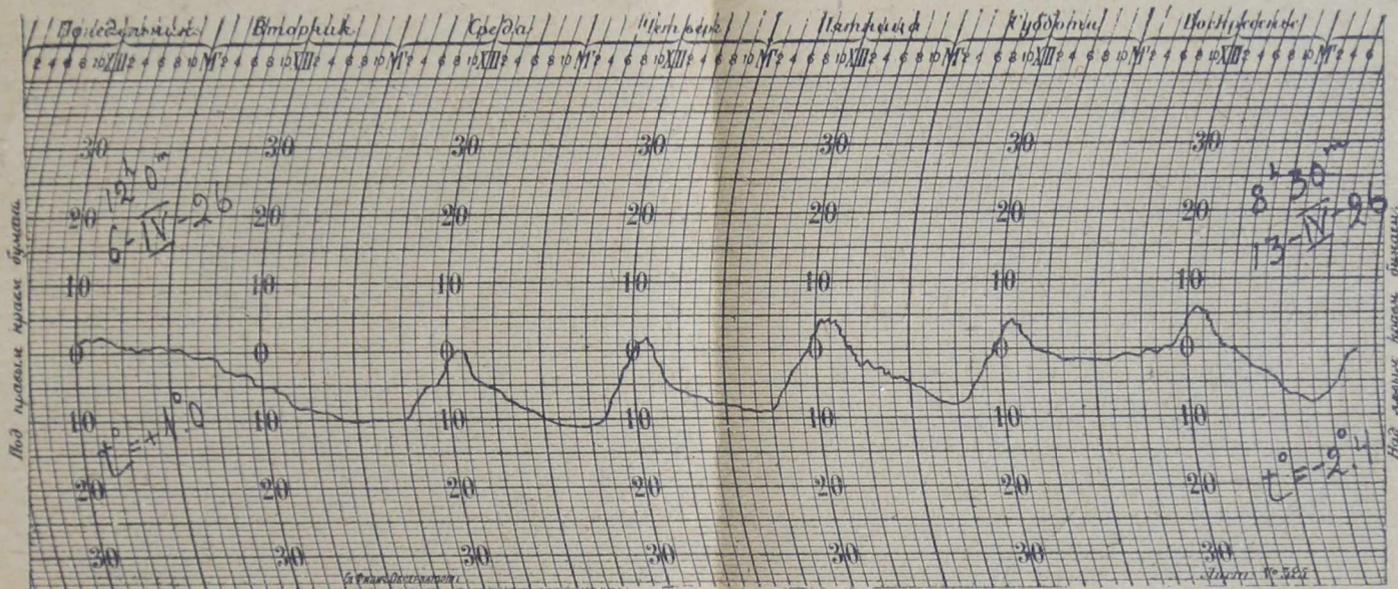
Понятие сезона обуславливается в данном случае фактическими отопительным и неотопляемым периодами данного года, так что начало, конец и продолжительность его зависят от условий погоды данного времени и заранее фиксированы быть не могут. Можно уточнить понятие сезона, суживая его настолько, чтобы один сезон охватывал более короткий промежуток времени, напр., весенний сезон, период установившейся погоды зимою и т. п. Во всяком случае, продолжительность систематического обследования здания зависит от ряда внешних условий, заранее определить которые не представляется возможным, почему этот вопрос предоставляется решить самому обследующему.

Систематическое обследование *отдельных помещений* представляет собою *детальное обследование* (о нем см. ниже), приуроченное к определенным срокам. Оно может быть с успехом применено в случаях выяснения частных вопросов о высушиваемости, о постепенном отсыревании предметов хранения, об изменении свойств помещения после его ремонта и др. Частота сроков наблюдений и продолжительность обследования устанавливается, в зависимости от необходимости, но желательно в точно фиксированные дни и часы, применительно к режиму, который установлен в данном здании.

В случае систематического обследования, с целью контроля отопления и вентиляции, следует, выбрав



Фиг. 10 ( $\frac{1}{4}$  нат. вел.). Недельная лента термографа нормальной модели, полученная в небольшом помещении внутри деревянного дома с печным отоплением. Ежедневно на ленте делались отметки времени около 13 часов.



Фиг. 11 ( $\frac{1}{8}$  нат. вел.). Недельная лента термографа большой модели, полученная на наружном воздухе (соответствует ленте фиг. 10 в помещении). Как видно на ленте, сличения с термометром и отметке времени имеются лишь при постановке и при снятии ленты.

место и установив термограф на постоянную работу, производить ежедневно или через день наблюдения по аспирационному психрометру в известные часы. *Температурные наблюдения будут характеризовать отопление, наблюдения влажности — вентиляцию.* Очень важно при этом состояние погоды. Продолжительность такого обследования зависит от его задачи.

3. **Детальное обследование** отдельных помещений может быть вызвано их значительными размерами (музейные залы в 2 света и т. под.), формой (имеют ответвления, закоулки, глубокие ниши), заполнением высокими шкафами и витринами или же порчею предметов хранения, выступанием влаги и плесени на стенах, в шкафах и т. под.

При эпизодическом обследовании, детальное обследование может быть произведено в одном — двух помещениях на все здание, для более полной характеристики его физического режима. Лучше это делать при вторичном эпизодическом обследовании, когда выяснятся основные особенности здания и будет возможность предварительно наметить помещение, подлежащее детальному обследованию.

В хорошем массивном здании в средних этажах режим температуры и особенно влажности у пола и потолка как уже указывалось, сравнительно мало отличается от условий на высоте человеческого роста. Последние в условиях хорошего здания, мало посещаемого людьми, практически могут быть приняты за средние для всей комнаты, даже при значительной ее высоте (6—8 м).

Так как в хранилищах у пола и потолка, могут также находиться предметы хранения и до тех пор,

пока физические качества здания, еще не достаточно изучены, то определение температуры и влажности на  $1/2$ — $1$  м от потолка и на  $1/2$  м от пола можно считать желательным, при детальном обследовании помещения. В данном случае, наиболее применимым окажется аспирационный психрометр, подвешиваемый на требуемой высоте, так что в каждом месте будет произведено по 3 наблюдения, одно над другим, расположенные непременно по одной вертикали.

Таким же образом надлежит производить наблюдения и в том случае, когда помещение пересечено высокими шкафами и простенками или имеет ответвления.

Детальное обследование несвязано с эпизодическим— для всего здания и может производиться независимо от него.

Несколько особый характер носит детальное обследование помещений в тех случаях, когда имеется налицо порча помещения или предметов хранения. В этих случаях, к обычному способу детального наблюдения в 3 точках, добавляется еще наблюдение психрометром в различных местах, в зависимости от указаний лиц, ведающих отоплением здания, истреблением вредителей и т. п. Производство наблюдений в этом случае соответствует указанному в главе II.

Как указывалось, детальное обследование требует одного аспирационного психрометра. Форма записи наблюдений примерно совпадает с приведенной формой I при общем эпизодическом обследовании.

Детальное обследование само по себе, вообще говоря, не требует непрерывных параллельных наблюдений погоды, данные которой, однако, могут ему со-

путствовать, для лучшего освещения условий. Правда в случае определенных дефектов здания, отражающихся на физических условиях обследуемых детально частей его, наблюдения погоды становятся необходимыми. В таких случаях наблюдения будут носить характер специальных исследований, выходящих за пределы обычных работ, имеемых в виду настоящим руководством и требующих дополнительных приборов.

Для лучшего уяснения приемов работы и характера результатов наблюдений при детальном обследовании помещений, приводим пример записи таких результатов наблюдения (форма III, стр. 84).

**Пример:**

**Ленинград, Российская Публичная Библиотека**

13 мая 1925 г. 13—15 часов.

№№ по пор.	Точка наблюдения	Сухой терм.	Смоченный термометр	Относительная влажн. в %	Абсолютн. влажн. в мм	Точка росы
	<b>Естественное отделение тупик (высота 6 м.)</b>					
16	Средина комнаты 1 м. от потолка . . . . .	19,8	13,7	51	8,7	9,3
17	Там же на уровне роста человека . . . . .	19,2	13,4	52	8,5	8,9
18	Там же на 1 м. от пола . . . . .	18,8	13,4	55	8,8	9,4
19	У окна в полках в 13 см. от наружн. стены и в 1 м. от потолка . .	18,9	13,1	52	8,3	8,6
20	Там же на уровне роста человека . . . . .	18,0	13,1	57	8,8	9,4
	<b>Средние . . . . .</b>	<b>18<sup>0</sup>,9</b>	—	<b>53%</b>	<b>8,6 мм</b>	<b>9<sup>0</sup>,1</b>

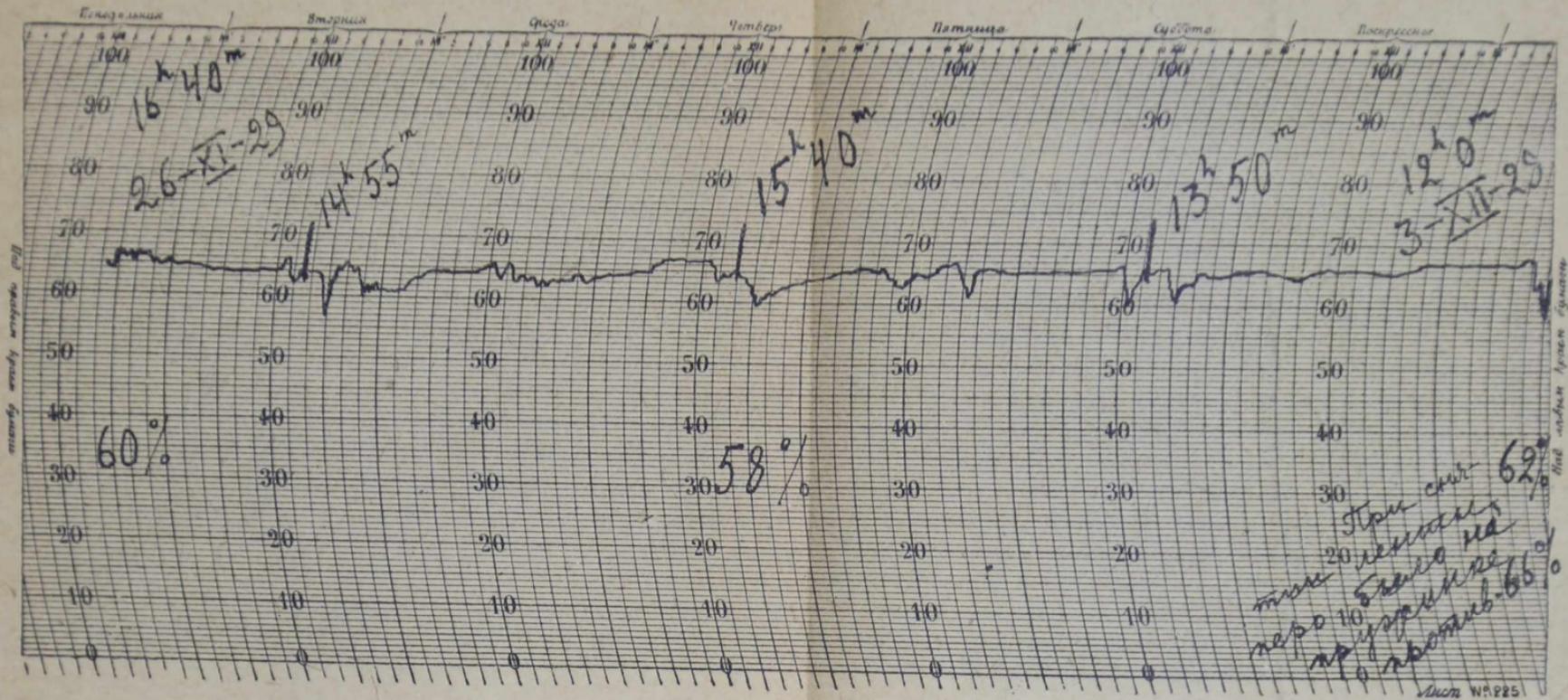
**Обследование помещений при резких переменах погоды** представляет собою эпизодическое, редко—детальное, обследование, причем результаты его могут хорошо характеризовать *устойчивость здания* в отношении сохранения физических условий внутри его.

Наилучшим способом такого обследования является двух-или трехкратное эпизодическое обследование всего здания или отдельных помещений до перемены погоды и, в зависимости от общего состояния здания, на следующие или на третьи сутки, после происшедшей перемены, как, напр., резкого потепления, или похолодания;—наступления ясных солнечных дней после устойчивой пасмурной погоды;—наступления дождливой погоды после засухи и т. п. Так как произвести наблюдения в здании до перемены погоды бывает затруднительно, в смысле определения заранее подходящего момента, то можно ограничиться наблюдением в самом начале перемены, уловив наступление последней, с помощью так называемых *местных признаков* предстоящей погоды<sup>1)</sup>. Важно, чтобы перемене погоды предшествовал настолько продолжительный период достаточно устойчивой погоды,—чтобы здание смогло выстояться, восприняв данные физические условия. Ввиду большого практического значения предлагаемого обследования, необходимо избирать, по возможности, наиболее резкие колебания погоды, характерные для данной местности, так как, сообразно именно с этими условиями, приходится вести хозяйство здания.

В случае, если перемена внешних атмосферных условий не отражается на результате наблюдений, не

---

<sup>1)</sup> Об этом см. в курсах общей метеорологии.



Фиг. 12 (ок. 1/4 нат. вел.). Лента недельного гигрографа больш. модели, с записью в помещении. Как видно, пополудни наблюдаются довольно заметные, хотя в сущности и не значительные колебания влажности. Во вторник, четверг и субботу делались отметки времени, а контроль по психрометру производился при постановке, снятии ленты и, однажды, среди недели.

обходимо повторять обследование ежесуточно или раз в 2—3 суток, смотря по необходимости, до тех пор, пока не получится твердая уверенность в том, что здание вовсе не поддается данной перемене погоды, или — процесс проходит замедленно.

Особенно желательно, при такого рода обследовании, прекратить вентиляцию и проветривание, с момента наступления перемены, вплоть до окончания работ по обследованию.

**Обследование помещений, посещаемых публикой** может производиться *с гигиенической стороны* и, — с целью определить *вредность посетителей для предметов хранения*. Гигиенические обследования свойств воздуха вообще не служат предметом рассмотрения в настоящем руководстве. Как исследования менее точные в части физических условий воздуха, они могут, однако, в значительном числе случаев, быть исчерпаны обследованием рассматриваемого здесь типа.

Что касается до вредности посетителей для предметов хранения, то здесь могут быть два случая.

Первый случай, когда посещается публикой само помещение — хранилище. Таковы условия в музеях и картинных галереях.

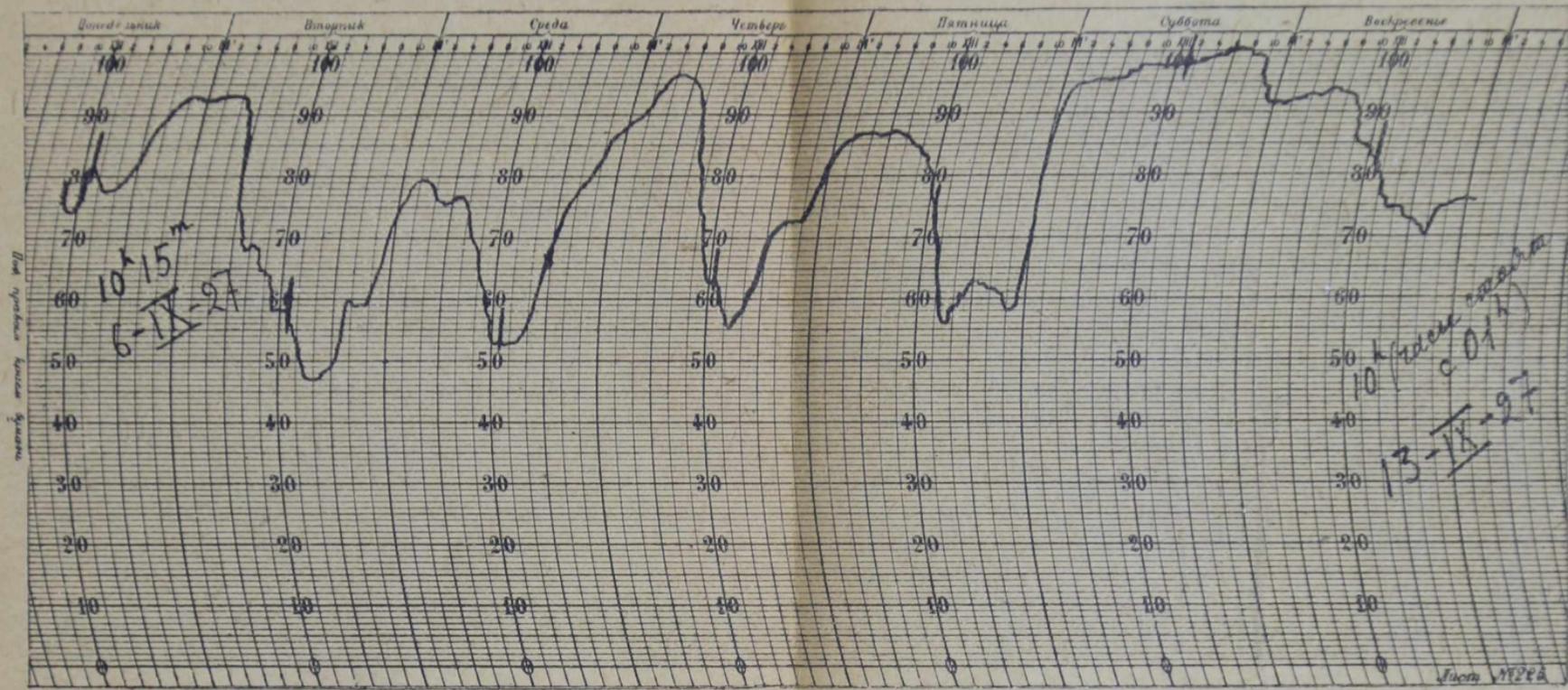
Способ обследования таких помещений с упомянутой целью состоит в *детальном их обследовании* с помощью аспирационного психрометра. В зависимости от количества посетителей, размеров помещения и вентиляции, будет меняться количество влаги в различные моменты, что особенно заметно в зданиях старой постройки. Поэтому, наблюдения должны быть произведены непосредственно перед впуском посетителей, за-

тем, еще раз или два, в течение посещения, и, наконец, в конце посещения.

При исправном действии вентиляции и непереполенном помещении температура, абсолютная влажность и точка росы не должны сильно повышаться в течение всего времени пребывания публики. Повышение абсолютной влажности более, чем на 1—2 мм, в ряде точек, показывает несоответствие существующей вентиляции с потребностью в ней в данный момент.

При обследовании посещаемых помещений, условия погоды и близость по времени такого вида обследования к проветриванию не имеет существенного значения.

Второй случай обследования, с целью определения вредности посетителей для хранилища, представляется в помещении, отделенном от хранилища, как, напр., читальные залы в библиотеках. В таких случаях количество одновременных посетителей обычно относительно больше, чем в музейных помещениях, вследствие чего, в случае недостаточной вентиляции, явление увлажнения может быть резче. Так как при этом наблюдается соответствующий подъем температуры то относительная влажность остается примерно в нормальных рамках. В случае же неполной изолированности публичного помещения от хранилища в последнее будет проникать воздух, богатый влагою, который при некотором охлаждении будет ее выделять или, во всяком случае, обогащать ею воздух хранилища (см. стр. 8). Обследование такого помещения должно производиться путем таких же *детальных* наблюдений, как и в помещениях — хранилищах, посещаемых публикою, с указанными выше особенностями.



Фиг. 13 (1/4 нат. вел.). Ленга недельного гигрографа большой модели с записью относительной влажности наружного воздуха в осеннее время. Ежедневно во время срочных дневных метеорологических наблюдений (ровно в 13 час.) делались отметки времени.

В обоих приведенных случаях, даже при удовлетворительной вентиляции может возникнуть вопрос об ее контроле.

Помимо периодического детального обследования, в порядке контроля над вентиляцией, можно считать желательным более простой способ наблюдения над влажностью с помощью термометра и гигрометра, способ пользования которыми приведен на стр. 30 и 36. Эти приборы дадут возможность постоянно, путем простого отсчета и введения инструментальной поправки, найти абсолютную влажность по таблицам. Не следует забывать, что периодическая поверка гигрометра по психрометру все же остается неизбежной. Пригоден для этой цели гигрограф или, в некоторых случаях, термогигрограф (описание см. стр. 53 и 56), дающие даже документальные доказательства, в виде лент с записью относительной влажности или температуры и влажности. При последующей обработке этих лент, можно иметь картину непрерывного хода явления.

Перечисленные самописцы лучше всего располагать по 2 на помещение: один—на пути вентиляционного тока, другой—у всасывающей трубы. Если это невозможно, или, при отсутствии искусственной вентиляции, достаточно иметь один прибор, располагая его в легко доступном месте, желательно недалеко от потолка, особенно, если помещение недостаточно изолировано от хранилища. Можно самописец расположить и внизу, но на уровне не ниже человеческого роста в средней части помещения, по возможности у внутренней стены.

---

#### IV.

### Обработка полученных данных и выводы из них, применительно к требованиям содержания помещений.

Прежде, чем получить какие бы то ни было выводы из наблюдений, необходимо иметь верные данные произведенного измерения. Верность этих данных определяется способом наблюдения и его обработкой.

О методике наблюдений во внутренних помещениях, применительно к различным условиям, было говорено в предыдущих главах. Здесь же мы остановимся на вопросах обработки полученных данных.

**Поправки.** Каждый измерительный прибор, как бы тщательно он ни был изготовлен, дает показания, отличающиеся от истинных величин. Для приведения показания прибора возможно ближе к истинному значению измеряемых с его помощью величин, показания эти исправляются, путем введения поправок. Эти *инструментальные поправки* берутся из поверочных листков (стр. 31).

Введение поправок к *показаниям термометров* производится путем *алгебраического сложения отсчитанной температуры с поправкой*. Говоря иначе, поправка

с плюсом всегда означает, что столбик термометрической жидкости в этом месте шкалы стоит ниже, чем следует, и его надо было бы повесить, т. е. сдвинуть по шкале вверх (дальше от резервуара термометра), чтобы показание давало истинную температуру. Наоборот, поправка с минусом всегда означает, что термометрический столбик стоит выше, чем следует, и его надо было бы понизить, т. е. сдвинуть ближе к резервуару, чтобы отсчет исправился.

Как изменится отсчет, если действительно сделать соответствующее исправление, — это легко сообразить в любом случае, т. е. при отсчетах выше и ниже 0° шкалы.

Положим, что для какого-нибудь термометра определены следующие поправки:

При температурах:		Поправки:
От — 30 <sup>0</sup> ,0	до — 25 <sup>0</sup> ,2	— 0 <sup>0</sup> ,4
„ — 25,1	„ — 19,6	— 0,3
„ — 19,5	„ — 15,1	— 0,2
„ — 15,0	„ — 10,1	— 0,1
„ — 10,0	„ — 7,6	0,0
„ — 7,5	„ — 2,6	+ 0,1
„ — 2,5	„ + 6,7	+ 0,2
„ 6,8	„ 14,1	+ 0,1
„ 14,2	„ 19,8	0,0
„ 19,9	„ 28,7	— 0,1
„ 28,8	„ 35,0	— 0,2

В таком случае, приводимым ниже непосредственным отсчетам по этому термометру будут соответствовать следующие истинные температуры:

Отсчет по термометру	Инструм. поправка	Истинная температура
— 27 <sup>0</sup> ,5	— 0 <sup>0</sup> ,4	— 27 <sup>0</sup> ,9
— 5,7	+ 0,1	— 5,6
— 0,2	+ 0,2	0,0
— 0,1	+ 0,2	+ 0,1
0,0	+ 0,2	0,2
13,2	+ 0,1	13,3
25,3	— 0,1	25,2

Примечание. Если непосредственные отсчеты по термометру будут выходить за пределы, для которых в поверочном листке имеются поправки, то условно к этим отсчетам придется применять ближайшую крайнюю поправку, но предпочтительнее термометр поверить на этой части шкалы.

Поправку и исправленное значение температуры следует вписывать в журнал наблюдений (форма 1 стр. 68), в соответствующие графы.

**Психрометрический расчет.** Вычисление влажности абсолютной и относительной (стр. 9) производится, как уже известно, на основании показаний *сухого* и *смоченного* термометров психрометра. Для этих вычислений на стр. 102—104 помещены таблицы, с помощью которых можно производить так называемый *психрометрический расчет*, в тех пределах, которые практически могут встретиться во внутреннем отопляемом помещении, при наблюдениях исключительно по психрометру Асмана<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Такие вычисления можно произвести и каждый раз полностью, без помощи таблиц. В последних большая часть вычислений уже сделана предварительно их составителем. Вычисление

Желая вычислить *абсолютную влажность*, определяют первоначально  $E'$  — максимальную упругость паров при температуре смоченного термометра, которую находят в соответствующей таблице „ $E$ “, в зависимости от  $t'$  — истинной температуры по *смоченному* термометру. В таблице „ $E$ “ слева дана температура воздуха в целых градусах. Верхний горизонтальный ряд обозначает десятые доли градуса. Так, что, если мы имеем, напр.,  $14,7^{\circ}$ , то сначала в *левом вертикальном столбце* „ $t$ “ ищем 14, а затем, — в верхнем горизонтальном ряду 7. На пересечении получаем  $E' = 12,54$ .

Продолжая вычисление, обращаемся к таблице „ $K$ “, предварительно вычислив разность  $t - t'$ , т. е., разность температур по сухому и смоченному термометрам.

Найдя в левом вертикальном столбце „ $t - t'$ “ эту разность, ищут  $K$  на пересечении соответствующего горизонтального ряда величин со столбцом, в верху которого обозначено давление атмосферы: 790, 780 и т. д. Последняя величина может быть получена, если

абсолютной влажности  $e$ , выраженной в *мм* ртутного столба, производится по формуле:

$$e = E' - K, \text{ где } K = 0,000662 \times H \times (t - t')$$

В этой формуле:

$E'$  — максимальная упругость паров, насыщающих воздух для температуры  $t'$  смоченного термометра и для тех условий, которые имеются на батисте, т. е. над водой.

$H$  — показание барометра, т. е. давление атмосферы в *мм*.

$(t - t')$  — разность температур  $t$  сухого и  $t'$  смоченного термометров, которая получается алгебраическим вычитанием второй из первой.

есть наблюдение давления атмосферы на месте<sup>1)</sup> или где-либо поблизости, напр. на метеорологической станции в том же городе<sup>2)</sup>). В противном случае, берут условно среднее давление 760, по которому и делают все расчеты. Как видно, высокая точность в определении давления атмосферы не требуется и оно дано в таблице через 10 мм. Давление между указанными в таблице величинами округляется до ближайшей величины, кратной 10.

Имея, таким образом, величины  $E'$  и  $K$ , вычитают вторую из первой ( $e = E' - K$ ) и получают абсолютную влажность.

*Пример:* Температура по сухому термометру . . . . .  $t = 17^{\circ},0$   
 Температура по смоченному термометру . . . . .  $t' = 13^{\circ},3$   
 Давление воздуха . . . . .  $H = 753$  мм  
 Для  $t' = 13^{\circ},3$  по табл. „Е“ . .  $E' = 11,45$  мм  
 Для разности  $t - t' = 3^{\circ},7$  и, при  $H = 750$ , по табл. „К“ в строке 3,0 и в

---

1) При систематических работах полезно обзавестись „станционным анероидом“, который позволяет быстро и просто отсчитать атмосферное давление, занимает мало места и удобен при переноске. Прибор должен быть снабжен поверочным листком.

2) Необходимо, чтобы разность высот станции и места работы не превышала 50 м. В противном случае, следует приводить показания барометра к высоте места, принимая, что, для обычных условий, на каждые 10 м возвышения, показания барометра уменьшаются на 1 мм. Запрашивать на станции следует давление атмосферы не приведенное к ур. моря.

столбце 750 . . . . .	$K=1,49$ мм
по табл. „К“ в строке 0,7 и	
в столбце 750 . . . . .	$K=0,35$ мм
	$K=1,84$ мм

Абсолютная влажность  $e = E' - K =$   
 $= 11,45 - 1,84 = 9,61$  мм  
 или, округляя,  $e = 9,6$  мм.

Необходимо иметь в виду, что приводимая таблица „К“ (стр. 104) составлена только применительно к аспирационному психрометру А с м а н а и для вычисления по данным обыкновенного психрометра (Августа) непригодна.

*Относительная влажность R* вычисляется из зависимости:

$$R = \frac{e \times 100}{E}$$

где  $e$  вычисляется, как нам уже известно, а  $E$  находится, как было указано выше, из таблицы „E“ с тою лишь разницею, что в основание берется не  $t'$ , а  $t$ , т. е. температура по сухому термометру.

Ввиду сравнительной простоты нахождения  $R$  путем вычисления, мы не приводим здесь особой таблицы или графика, которые тем не менее имеются в специально издаваемых психрометрических таблицах (см. напр., стр. 5 п. 6\*).

*Пример:*  $t = 17^{\circ},0$

$e = 9,61$  мм (предварительно вычислено).

По таблице „E“ находим  $E = 14,53$  мм.

$$R = \frac{9,61 \times 100}{14,53} = 66\%$$

Точка росы находится в таблице „Е“, путем подбора в столбцах наиболее близко подходящей величины  $E$  к заранее уже известной абсолютной влажности  $e$ ; против найденной  $E$  находят, в соответствующих графах,  $t$ —температуру, при которой достигается насыщение воздуха, имеющего данную температуру, т. е.—точку росы. Если абсолютная влажность  $e$  меньше 4,58 мм, то точка росы лежит вообще ниже  $0^0,0$  и искать ее точное значение для наших целей нет надобности

Пример:

$e = 9,61$  (предварительно вычислено). По таблице „Е“ находим ближайшую величину  $E = 9,58$ , что соответствует температуре  $t = 10,6$ . След., точка росы = 10,6.

В результате произведенных вычислений, основанных на данных непосредственных наблюдений, записанных в форме I (стр. 68), можно написать окончательные результаты в следующем виде, удобном для выводов из них:

### Форма III.

Результаты эпизодического обследования физических свойств воздуха такого-то здания, там-то <sup>1)</sup>, произведенного там-то <sup>2)</sup>, такого-то числа, месяца, года.

Время и точка наблюдения	Истин. температ. возд. (сухой термометр)	Смочен. термометр	Относит. влажн. в %	Абсолютная влажность в мм	Точка росы	Примечания
I	II	III	IV	V	VI	VII

1) Город, местность.

2) Зал, галерея и т. под.

**Влажность по гигрометру.** По гигрометру отсчет относительной влажности производится непосредственно в целых процентах, без введения поправок, если гигрометр предварительно проконтролирован.

Контроль над показаниями гигрометра, путем сличения с величиной влажности, определенной по психрометру, указан в гл. II.

При одновременном наблюдении влажности по гигрометру и психрометру, за истинную принимается влажность по психрометру.

Если одновременно с измерением влажности по гигрометру определить температуру воздуха, то можно вычислить и абсолютную влажность, пользуясь специальными таблицами <sup>1)</sup> или вычислением по той же формуле

$$R = \frac{e \times 100}{E}, \text{ но выраженной в виде } e = \frac{E \times R}{100}$$

где  $E$  берется, как уже известно, из таблицы „ $E$ “, на основании исправленного показания термометра (сухого), а  $R$  по отсчету гигрометра.

Обычно, внутри зданий значительные изменения влажности за короткий срок не имеют места. При обнаружении же резких колебаний влажности, необходимо участить контрольные наблюдения по психрометру. В случае продолжительного периода времени, на протяжении которого контрольные наблюдения по психрометру отсутствовали, наблюдения в течении этого периода по гигрометру, таким образом, будут лишь

---

<sup>1)</sup> где имеются относительная и абсолютная влажность,

частью исправлены (возле контрольных отсчетов по психрометру), частью же останутся условными.

**Обработка лент самописцев.** Выше были рассмотрены введение поправок и вычисления, применяемые при определениях с помощью приборов, служащих для непосредственных наблюдений.

Несколько особые приемы употребляются для использования данных самопишущих приборов.

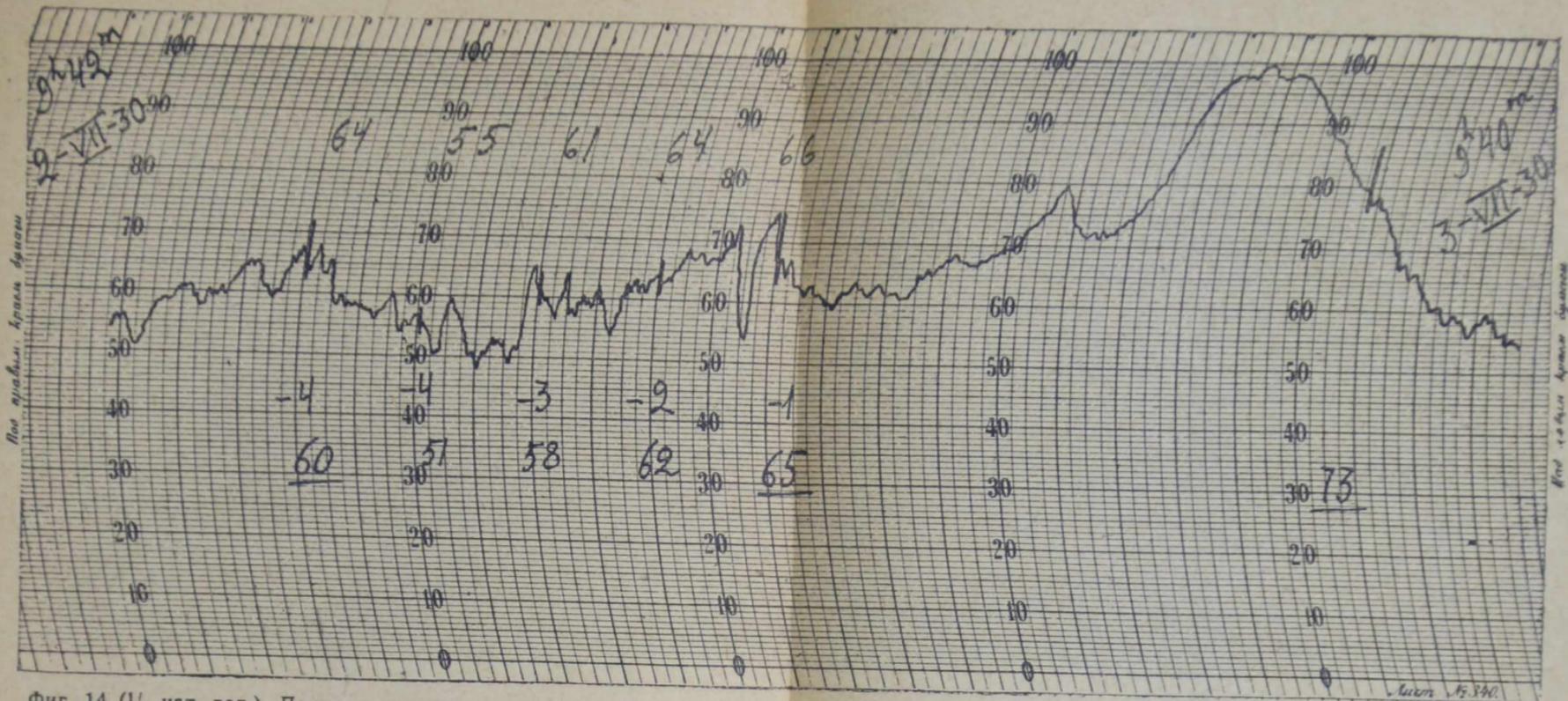
Как говорилось в гл. II и III, записи термографа нужны лишь для выяснения теплового режима здания и температурная кривая представляет интерес сама по себе, безотносительно абсолютных значений температуры <sup>1)</sup>. Ход кривой—ее колебание на протяжении суток (фиг. 10)—дает основание для суждения о времени действия и прекращении отопления здания, резком или слабом влиянии проветривания на температуру внутреннего воздуха, достаточна ли способность здания в отношении удержания тепла и т. под.

Иное значение имеет запись гигрографа, которая должна быть *обработана*, т. е. на ее основании, получен ряд значений относительной влажности (фиг. 14).

Основанием для определения поправок времени служат метки, делаемые на записях (см. стр. 51—55) при контрольных определениях по психрометру. Обычно эти метки не совпадают точно с вертикальными дугами разграфленной ленты, соответствующими указанным моментам, а приходится несколько влево или вправо

---

1) Это, однако, не исключает возможности получить эти значения способом такой же обработки ленты, как указано ниже для гигрографа.



Фиг. 14 ( $\frac{1}{4}$  нат. вел.). Лента суточного гигрографа больш. модели с записью относительной влажности наружного воздуха (летом). Отметки времени и контрольные величины влажности имеются на ленте для 13 и 21 час. 2 июля и 7 час. 3 июля. Обработка ленты произведена в промежутке между 13 и 21 часами через каждые 2 часа: вверху выписаны непосредственные отсчеты по кривой, ниже (в данном случае со знаком минус)—поправки; наконец, в самом нижнем ряду—исправленные значения относ. влажности для 15, 17 и 19 часов.

от них. Кроме того, вследствие неправильностей в ходе часового механизма, это несовпадение в разные сроки вообще неодинаково по величине и по знаку.

*Пример:* прибор с суточным оборотом барабана установлен в 8 ч. у., а в 1 ч. д. отметка времени оказалась на 3 минуты правее дуги „1 ч. д.“, в 9 ч. в. на 8 мин. правее соответствующей дуги а в 7 ч. у. на 16 мин. правее дуги „7 ч. у.“ В этом случае за весь период часы прибора ушли вперед на 16 минут. (Такая крупная неправильность требует, конечно, регулировки часового механизма) Помимо *меток времени*, для определения хода часового механизма служат также имеющиеся на ленте отметки действительных моментов начала и конца записи.

Таким образом, на записи прибора с соответствующим временем оборота барабана мы имеем точки, для которых известны поправки времени. Если любым двум соседним точкам соответствуют различные поправки времени, то мы, конечно, не можем знать, как менялась поправка времени между этими точками, но обыкновенно вполне приемлемо для обработки предположение, что поправка менялась равномерно.

Соответственно такому предположению, следует остро отточенным карандашом сделать метки времени (короткие штрихи, пересекающие кривую параллельно дугам, имеющимся на ленте) около дуг, соответствующих полным часам<sup>1)</sup>. Расстояние каждой такой метки от дуги полного часа должно быть определено

---

1) Эти метки делаются для каждого часа, двух, трех, в зависимости от требуемой подробности, подобно тому, как это сделано на фиг. 14 для 3, 5 и 7 час. пополудни.

на-глаз, так, чтобы поправка времени, соответствующая этим расстояниям, изменялась, как сказано, равномерно между каждыми двумя соседними точками на кривой, для которых поправки времени нам известны. Если барабан прибора делает полный оборот в двое суток или неделю, то и общее число таких промежутков будет зависеть от числа контрольных определений. Положим, напр., что запись прибора с суточным оборотом барабана началась в 7 ч. 53 м. у., а на ленте начало ее приходится вправо от дуги „8 ч. у.“ на расстоянии 2 минут (следствие неточной установки барабана). В этом случае первую метку времени, соответствующую 8 ч. у., следует сделать карандашом вправо от дуги „8 ч. у.“ на расстоянии  $7 + 2 = 9$  мин. от нее. Положим далее, что метка времени, сделанная пером прибора ровно в 1 ч. д., приходится также вправо от дуги „1 ч. д.“, но на расстоянии лишь 3 минут. В таком случае метки, делаемые карандашом между 8 ч. у. и 1 ч. д., должны находиться вправо от дуг „9 ч.“, „10 ч.“, „11 ч.“ и „12 ч.“ на расстояниях, которые должны постепенно и равномерно уменьшаться от 9 мин. (начальное расстояние в 8 ч. у.) до 3 мин. (последнее расстояние в 1 ч. д.) и т. д., до конца записи. При известном навыке, разметка полных часов на записи не представляет затруднений и может быть сделана на-глаз с достаточной точностью.

Разметив время, приступают к *снятию ординат, кривых* для размеченных моментов, т. е. для полных часов, начиная с 12 ч. ночи, т. е. по суткам, если имеется ряд лент за целый период. Одиночные же ленты обрабатываются за период с момента постановки ленты до ее конца. После этого, отсчиты-

вают по шкале ленты все точки пересечения кривой со сделанными карандашом вертикальными штрихами. Кроме того, на кривых отыскивают наивысшую и наинизшую точки записи за каждые сутки и отсчитывают соответствующие максимальное и минимальное показания. Если запись получилась в виде толстой кривой линии (плохое перо, сотрясение прибора), то следует отсчитывать по шкале середину этой толщины, отыскивая нужную точку острием булавки. Отсчеты делаются с точностью до  $1^0/0$  <sup>1)</sup>.

Затем, переходят к определению поправок к выписанным показаниям, т. е. к ординатам кривой. Поправки эти можно вносить карандашом на ту же ленту с записью самописца. Прежде всего, вписываются поправки в часы контрольных наблюдений. Положим, напр., что в таблице, составленной по записям гигрографа, в 7 ч. у. 27 октября значится  $42^0/0$ , а действительная влажность воздуха в этот срок была  $46^0/0$ . Отсюда находим в указанный срок поправку к записи гигрографа  $= +4^0/0$ . Выписав, таким образом, контрольные поправки для данной ленты, следует по ним вычислить поправки за остальные полные часы этой ленты. При этом, опять предполагается, что между двумя контрольными определениями поправка записи изменяется равномерно. Положим, в 1 ч. д. поправка к записи самописца равна  $-6$ , а в 9 ч. вечера поправка равна  $+1$ , т. е. в течение 8 часов величина поправки изменилась на  $7^0/0$  или, условно, на  $7/8$  долей процента в течение каждого из этих 8 часов. В таком случае, значения поправки

---

1) У термографа, между прочим, с точностью до  $0,1^0$ .

от 1 ч. д. до 9 ч. вечера представляется для промежуточных часов, в виде *интерполированного* ряда:

Ч А С Ы	П О П Р А В К И		
	В 1 ч. дня	Добавочная с точн. до 1	Вводимые по часам
1 час . . . . .	-6	—	-6
2 " . . . . .	-6	$+\frac{7}{8}=1$	-5
3 " . . . . .	-6	$+\frac{7}{8} \times 2=2$	-4
4 " . . . . .	-6	$+\frac{7}{8} \times 3=3$	-3
5 " . . . . .	-6	$+\frac{7}{8} \times 4=4$	-2
6 " . . . . .	-6	$+\frac{7}{8} \times 5=4$	-2
7 " . . . . .	-6	$+\frac{7}{8} \times 6=5$	-1
8 " . . . . .	-6	$+\frac{7}{8} \times 7=6$	0
9 " . . . . .	-6	$+\frac{7}{8} \times 8=7$	+1

Этот способ вычисления поправок, строго говоря, может быть применен лишь между контрольными наблюдениями одной и той же ленты и то, — на участках кривой с небольшими сравнительно колебаниями. Когда запись между двумя соседними контрольными наблюдениями приходится отчасти в конце одной ленты, а отчасти в начале следующей ленты, следует сначала убедиться, можно ли применить этот метод и в данном случае. Для этого нужно приложить обе ленты одну к другой

соответствующими концами так, чтобы горизонтальное разграфление их строго совпало концами соответствующих линий, и просмотреть, является ли запись на второй ленте продолжением записи первой ленты. Если это условие соблюдено, можно рассматривать совокупность обеих лент как одну ленту и приложить описанный метод вычисления поправок между контрольными наблюдениями и в данном случае. Наоборот, если окажется, что запись на второй ленте началась на несколько  $0/0^0/0$  выше или ниже, чем конец записи предыдущей ленты, придется поступить иначе, именно: принять для последнего отрезка предыдущей ленты (от последнего контрольного определения, записанного на ней) для всех полных часов одну и ту же поправку, найденную для последнего контрольного определения; для начального отрезка второй ленты (до первого контрольного определения записанного на ней) для всех полных часов принять одну и ту же поправку, найденную для первого контрольного определения.

Для наивысшей и наинизшей точек записей за сутки следует принять поправку, найденную для ближайшего к этой точке полного часа: если крайняя точка приходится приблизительно по середине между двумя смежными полными часами, то для нее следует принять поправку, среднюю между поправками, найденными для этих двух часов.

Каждую исправленную величину относительной влажности последовательно выписывают, составляя таким образом, таблицу, которая и служит материалом для суждения о режиме влажности в помещении.

Из изложенного ясно, что контрольных определений желательно делать не менее двух за сутки. В крайнем случае, когда приходится ограничиться одним

контролем за сутки, необходимо производить его в одни и те же часы, при смене ленты. Вообще говоря, обработка записей гигрографа, при быстро и значительно меняющейся влажности, представляет существенные затруднения и может быть выполнена, придерживаясь вышеуказанных правил, только, при ровном и незначительном ее изменении, с которым обычно имеют дело во внутренних помещениях <sup>1)</sup>).

Обработка лент термогигрографа, если бы таковая понадобилась для наших целей, основана на приведенных выше правилах.

В результате обследования здания и измерений с помощью приборов, температуры и влажности, получается большее или меньшее количество данных, опираясь на которые можно прийти к тем или иным выводам. Следует отметить, что разнообразие случаев применения обследования физических условий и выводов из них столь же велико, как и разнообразие зданий-хранилищ, во всем сочетании в них свойств строительных материалов, толщины стен, размеров зданий, расположения и назначения их, перекрытий, наконец, отопления, вентиляции и целого ряда других обстоятельств, не говоря о местных климатических условиях. Поэтому, трудно дать заранее указания на всевозможные случаи. Тем более, практика физического обследования зданий, как указывалось в предисловии, не столь обширна, чтобы можно было иметь достаточное количество случаев, для такого рода статистики.

<sup>1)</sup> В случае незначительных колебаний влажности в помещении в пределах 10% в течении ряда дней, контроль недельного гигрографа может производиться один раз в 2—3 дня (фиг. 12<sup>а</sup>).

Мы ограничимся здесь приведением примеров, которые могут быть полезны обследователю для общей ориентировки в его работе.

**Пример 1.** В большом здании—хранилище произведено *эпизодическое обследование* с помощью психрометра Асмана и суточного термографа Ришара. Обследование было произведено в течение 3 дней в 8 различных помещениях. Здание старой постройки по преимуществу кирпичное, с толстыми стенами, весьма солидное, больших размеров, в 3 этажа, кроме чердака и высокого подвала, отопление центральное, вентиляция проветриванием (форточки). В помещениях есть тупики, застойные места, корридоры, есть и большие залы в два света. В обследованных помещениях публики нет, но постоянно в служебные часы находятся служащие.

В отношении температуры были при обследовании получены хорошие результаты, свидетельствующие об удовлетворительном действии центрального отопления и возможности поддерживать требуемую температуру: более двух суток сряду температура была совершенно одинакова, так что термограмма имела вид прямой горизонтальной линии (т. е. перо прибора свыше 2 суток находилось на одной высоте). Правда, условия погоды были весьма благоприятны: ровная пасмурная погода, легкий мороз, что отражается и на неизменяемости температуры почвы и слабой ее охлажденности (см. ниже журнал погоды).

В этом отношении наши наблюдения застают самое здание в настолько благоприятный момент, что судить о его действительном теплообмене с наружным

воздухом не представляется достаточных оснований. Можно лишь указать на упомянутые свойства отопления.

Обследование обнаружило несколько повышенную абсолютную влажность во всех помещениях (ок. 7 мм), доходящую в одном из застойных мест до 7,7 мм. Так как при этом температура поддерживалась от 16° до 19°, смотря по помещению, то относительная влажность, примерно, соответствовала норме для обыкновенных помещений и составляла от 45 до 55%. В случае повреждения отопления и понижения температуры, положим, до 10°, относительная влажность соответственно возрастет до 75—85%. Отсюда понятно, что и точка росы слишком высока: 6°—7° и даже 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub>°.

Оказалось, среди прочих помещений, одно, в котором абсолютная влажность составляла 6,4 мм, относительная 44%, при температуре 17,1°. Точка росы была 4,7°, т. е. условия были близки к нормальным.

Из изложенного делаем вывод, что хотя содержание влажности в хранилище нельзя признать угрожающим, все же необходимо уменьшение ее на 1—2 мм так, чтобы, при поддерживаемых в здании температурах, относительная влажность составляла 35—40%.

Отсутствие искусственной вентиляции в здании побудило рекомендовать проветривание посредством форточек, с соблюдением следующих правил: 1) открывать форточки в определенные часы напр., с 7 до 9 час. зимою и—с 6 до 7 час. и с 16 до 17 часов летом; 2) в те дни, когда абсолютная влажность наружного воздуха превышает влажность в данном помещении, форточки открываться совершенно не должны.

## Журнал погоды

в гор. *N* по наблюдениям местной метеорологической станции в *T* году.

Число и месяц	Температура воздуха				Относ. влажн. в % в час обследован.	Абсол. влажн. в мм в час обследован.	Состояние по- годы	Температура почвы на глу- бинах в м		
	В час об- след.	Средн. суточн.	Макси- мальн.	Мини- мальн.				0,4	0,8	1,6
Май										
1	— 4 <sup>0</sup> ,4	— 5 <sup>0</sup> ,0	— 4 <sup>0</sup> ,2	— 6 <sup>0</sup> ,3	84	2,7	пасм.	0 <sup>0</sup> ,3	10,3	20,9
3	— 1 <sup>0</sup> ,1	— 1 <sup>0</sup> ,5	— 0 <sup>0</sup> ,7	— 2 <sup>0</sup> ,4	93	4,0	пасм.	0 <sup>0</sup> ,3	10,3	20,9

Приведенные выше соображения не ограничивают исследователя. Последний, на основании той общей картины, которая составила в результате эпизодического обследования физических условий здания, может составить общий план работ дальнейшего обследования. Так, напр., в данном случае, может быть составлено предположение о *систематическом обследовании* всего здания, которое, помимо определения режима его, даст возможность судить, как в действительности влияет на здание предложенное рациональное проветривание. *Детальное обследование* выяснит условия в наиболее влажных местах и в высоких залах, где они могут быть неодинаковы в различных точках помещений.

**Пример II.** Небольшое двухэтажное кирпичное старое здание, массивное, без подвала, отопление печное, вентиляция посредством форточек. В первом этаже—довольно высокий зал в несколько десятков кв м площадью и несколько небольших комнат. Во втором этаже—небольшие комнаты, корридоры, тупики, местами довольно низкие. Здание—тип барского жилого дома—особняка, в течение многих лет занимается хранилищем, последние годы публикой почти не посещается и в нем систематически работают лишь несколько служащих.

Произведено психрометром эпизодическое обследование в 8 различных помещениях в конце августа.

Температура в 1 этаже  $16,1^{\circ}$  —  $16,7^{\circ}$ . Во втором этаже  $16,9^{\circ}$  —  $17,7^{\circ}$ . Влажность 1 этажа: абсолютная  $9,7$  —  $10,7$  мм, т. е. точка росы доходит до  $12,4^{\circ}$  (!). Относительная влажность в момент обследования при данной температуре колеблется от 69 до  $79\%$ .

Во 2-м этаже влажность меньше: абсолютная  $8,5$  —  $9,4$  мм, точка росы доходит до  $10,4^{\circ}$ , относительная составляет  $57$  —  $64\%$ .

Не касаясь условий погоды во время обследования, мы видим, что первый этаж хранилища находится в недопустимом состоянии и в таком виде хранилищем служить не может, пока не будет достаточно осушен. 2-й этаж в немного лучшем состоянии, обусловленном, повидимому, только лишь лучшей обтекаемостью внешним воздухом, прогремостью солнцем и отдаленностью от влияния грунтовой влаги.

Период времени обследования вообще соответствует времени влагоотдачи стен во внутренние помещения (конец лета). Все же мы видим, что в обоих этажах

условия достаточно равномерны и близки друг к другу что свидетельствует о запущенности здания—хранилища.

В таких случаях лучше всего удалить предметы хранения и, путем усиленной топки и ночного проветривания в наиболее сухое время суток (с 20 час. до 7 час.), осушить помещение, используя остаток лета и начало осени. При проведении этих мероприятий, их влияние на здание полезно контролировать систематическим (положим—еженедельным) определением влажности в 2—3 заранее намеченных пунктах, с помощью аспирационного психрометра.

**Пример III.** Одно крыло очень большого двухэтажного здания—хранилища, новой солидной постройки (закончено перед Мировой войной), с высоким подвалом, с окнами и верхним светом, с центральным отоплением. Обследованное помещение представляет собою зал двойной высоты, по краям имеющий сводчатые обширные галлерей в 2 этажа, сообщающиеся с соседними помещениями с обоих концов. Помещение посещается публикой и служащими. Вентиляция в период обследования бездействовала и освежение воздуха производилось посредством форточек.

Было произведено *несколько повторных эпизодических обследований*, частью при перемене погоды, в 10 пунктах среднего зала и галлерей 1 и 2 этажей в период с января по май, в общей сложности 102 дня. Приборами, с помощью которых производилось обследование, были: психрометр Асмана и суточный термомограф Ришара. Кроме того, был установлен волосяной гигрометр с термометром, по которым делались ежедневные отсчеты около полудня.

Термограф показал, что колебание температуры в здании зимою достигает за сутки  $1\frac{1}{2}^{\circ}$ . В другом случае, десятидневный ход температуры достиг  $5^{\circ}$ . Из ежедневных наблюдений по термометру видно, что минимум температуры был за весь период обследования  $11\frac{1}{2}^{\circ}$ , а максимум  $20\frac{1}{2}^{\circ}$ , т. е. температурный ход  $= 9^{\circ}$  (!). Построенные кривые<sup>1)</sup>, при сличении с кривыми погоды (фиг. 15), повторяют последние.

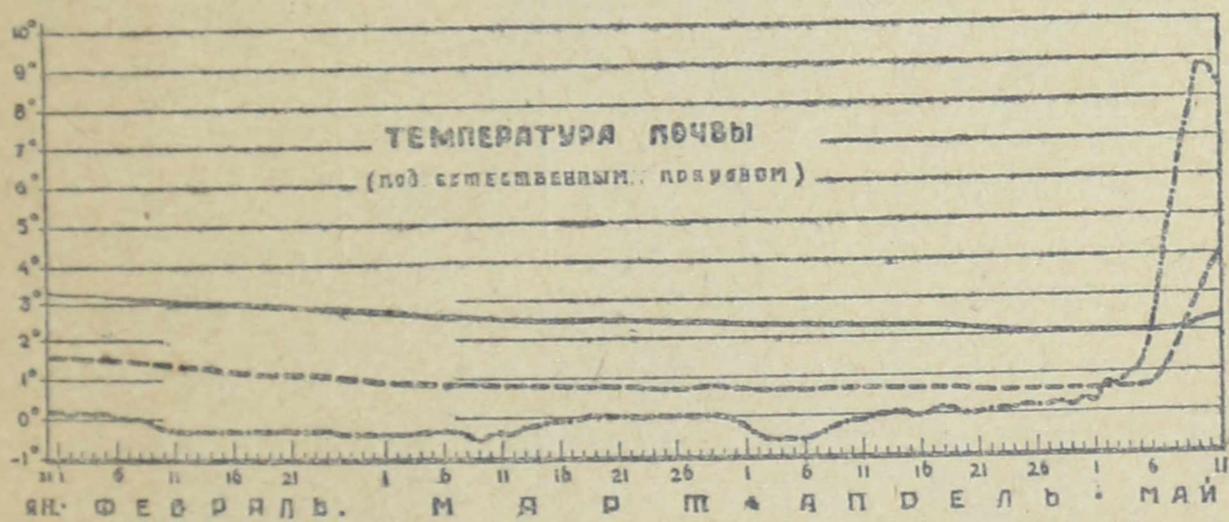
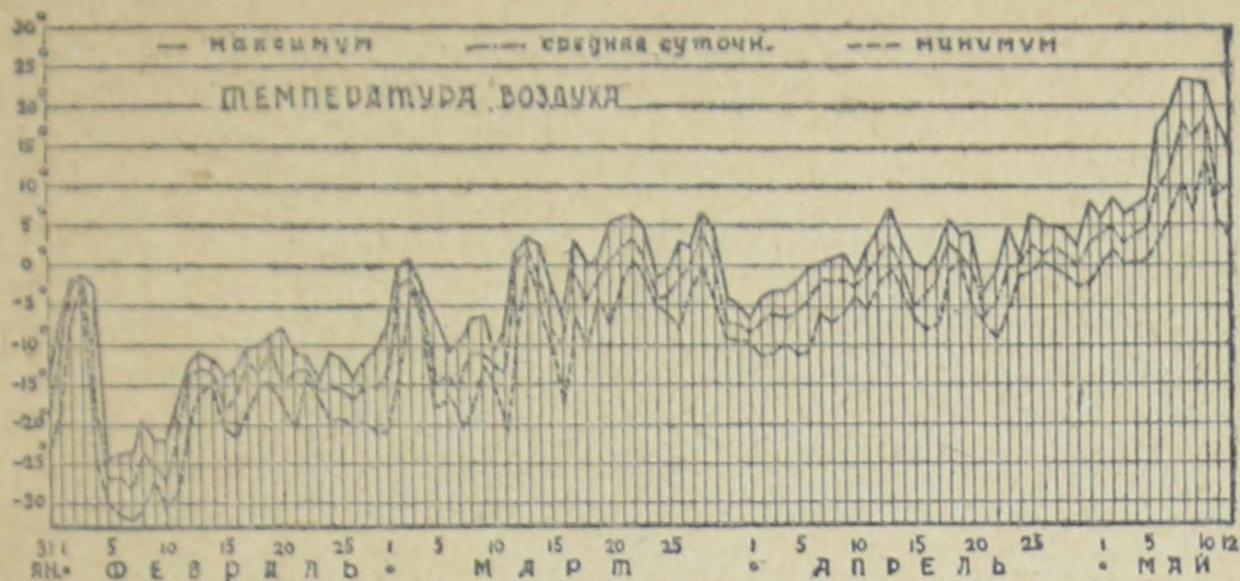
Это, значит, что *само здание плохо сохраняет температурный режим* и этот недостаток необходимо уменьшить соответствующим отоплением, следя за погодой.

Детальное обследование температуры и влажности во всем указанном помещении дает ничтожное различие этих величин в разных точках.

Например, при обследовании всего помещения в 10 точках, оказалось:

Число и месяц	КОЛЕБАНИЕ					
	Температуры			Абсол. влажности в мм		
	Наимень- шая	Наиболь- шая	Разность	Наимень- шая	Наиболь- шая	Разность
1 февраля .	14 <sup>0</sup> ,1	15 <sup>0</sup> ,3	1 <sup>0</sup> ,2	3,2	3,6	0,4
9 апреля .	16 <sup>0</sup> ,3	16 <sup>0</sup> ,9	0 <sup>0</sup> ,6	4,4	4,5	0,1
12 мая . .	19 <sup>0</sup> ,2	19 <sup>0</sup> ,6	0 <sup>0</sup> ,4	7,1	7,8	0,7

<sup>1)</sup> В настоящем „Руководстве“ не приведены,



Фиг. 15 (к Примеру III). Абсолютная влажность отложена в целых и десятых долях мм. Кривые температуры почвы: сплошная линия — для глубины в 1,6 м, прерывистая — для 0,8 м, нижняя, которая, затем, дает резкий подъем до  $-9^{\circ}$ , для 0,4 м.

Это говорит об *отличном перемешивании воздуха в помещении* и об отсутствии в нем застойных мест.

Повидимому, посетители мало влияют на режим влажности здания, что весьма важно. Однако, это утверждать на основании только одних полученных данных трудно, так как это требует еще некоторого специального обследования.

**Ход влажности за период обследования  
в точке № 1 таков:**

Число и месяц	Относительная влажность	При температуре	Абсолютная влажность в мм
31 января . . . . .	28%	14°	3,3
12 февраля . . . . .	29%	13°	3,2
9 апреля . . . . .	32%	16°	4,5
23 апреля . . . . .	35%	17°	5,0
12 мая . . . . .	45%	20°	7,8

Само здание еще *не прогрелось* и „дыхание стен“ влагой во внутрь *не началось*, о чем можно судить также и по построенным кривым температур воздуха и грунта (фиг. 15). Увеличение влаги в помещении необходимо отнести за счет проникновения влажного воздуха извне, главным образом, путем проветривания. Это отчетливо подтверждается сопоставлением величин

влажности в помещении с построенными графиками абсолютной влажности наружного воздуха.

Можно притти еще к следующему заключению: если проветривание будет, в период весны—начала лета, продолжаться в том виде, как оно производилось в период обследования и, особенно, в конце его, то увеличение влажности в помещении—неизбежно. Как видно, относительная влажность уже достигла 45<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, при которых могут развиваться плесени.

---

Пример *детального обследования* мы имеем на стр. 73. Из приведенных в нем данных видно, как по вертикали от потолка до пола температура падает на 1<sup>0</sup>. Это не является столь значительным. Более обращает на себя внимание как бы вертикальное расслоение воздуха, который и у потолка и на уровне человеческого роста теплее в середине комнаты, чем вблизи наружной стены, которая не успела еще прогреться с зимы, несмотря на наружное тепло и солнце (температура наружного воздуха накануне доходила до 25<sup>0</sup>, а в день обследования до 20<sup>0</sup>). Абсолютная влажность в упомянутом случае довольно значительная и колеблется от 8,3 до 8,8 мм. Вообще же она распределена довольно равномерно по всему помещению, а потому распределение предметов хранения в нем (по их ценности или способности портиться от влаги) значения не имеет.

Пример обследования помещений посещаемых публикой приведен вкратце на стр. 19—20.

---

Т а б л и

Максимальная упругость паров воды в воздухе при темпе.

t	0	1	2	3	4
0	4,58	4,61	4,65	4,68	4,72
1	4,93	4,96	5,00	5,03	5,07
2	5,29	5,33	5,37	5,41	5,45
3	5,68	5,72	5,77	5,81	5,85
4	6,10	6,14	6,19	6,23	6,27
5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21
7	7,51	7,56	7,62	7,67	7,72
8	8,04	8,10	8,16	8,21	8,27
9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,84
10	9,21	9,27	9,33	9,40	9,46
11	9,84	9,91	9,98	10,04	10,11
12	10,52	10,59	10,66	10,73	10,80
13	11,23	11,30	11,38	11,45	11,53
14	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30
15	12,79	12,87	12,95	13,04	13,12
16	13,63	13,72	13,81	13,90	13,99
17	14,53	14,62	14,72	14,81	14,90
18	15,48	15,58	15,67	15,77	15,87
19	16,48	16,58	16,68	16,79	16,89
20	17,54	17,64	17,75	17,86	17,97
21	18,65	18,76	18,88	19,00	19,11
22	19,83	19,95	20,07	20,19	20,32
23	21,07	21,20	21,32	21,45	21,58
24	22,38	22,51	22,65	22,78	22,92
25	23,76	23,90	24,04	24,18	24,33
26	25,21	25,36	25,51	25,66	25,81
27	26,74	26,90	27,06	27,21	27,37
28	28,35	28,51	28,68	28,85	29,02
29	30,04	30,22	30,39	30,57	30,74
30	31,82	32,01	32,19	32,38	32,56
31	33,70	33,89	34,08	34,28	34,47
32	35,66	35,86	36,07	36,27	36,48
33	37,73	37,94	38,16	38,37	38,58
34	39,90	40,12	40,34	40,57	40,80
35	42,18	42,41	42,64	42,88	43,12

ца „Е“.

ратуре от 0° до 35° в миллиметрах ртутного столба.

	5	6	7	8	9
	4,75	4,78	4,82	4,86	4,89
	5,11	5,14	5,18	5,22	5,26
	5,49	5,52	5,56	5,60	5,64
	5,89	5,93	5,97	6,02	6,06
	6,32	6,36	6,41	6,45	6,50
	6,78	6,82	6,87	6,92	6,96
	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
	8,32	8,38	8,44	8,49	8,55
	8,90	8,96	9,02	9,09	9,15
	9,52	9,58	9,65	9,71	9,78
	10,18	10,24	10,31	10,38	10,45
	10,87	10,94	11,01	11,08	11,16
	11,60	11,68	11,76	11,83	11,91
	12,38	12,46	12,54	12,62	12,71
	13,20	13,29	13,38	13,46	13,55
	14,08	14,17	14,26	14,35	14,44
	15,00	15,09	15,19	15,28	15,38
	15,97	16,07	16,17	16,27	16,37
	17,00	17,10	17,21	17,32	17,43
	18,08	18,20	18,31	18,42	18,54
	19,23	19,35	19,47	19,59	19,71
	20,44	20,56	20,69	20,82	20,94
	21,71	21,84	21,98	22,11	22,24
	23,06	23,20	23,34	23,48	23,62
	24,47	24,62	24,76	24,91	25,06
	25,96	26,12	26,27	26,43	26,58
	27,54	27,70	27,86	28,02	28,18
	29,18	29,35	29,52	29,70	29,87
	30,92	31,10	31,28	31,46	31,64
	32,75	32,93	33,12	33,31	33,50
	34,67	34,86	35,06	35,26	35,46
	36,68	36,89	37,10	37,31	37,52
	38,80	39,02	39,24	39,46	39,68
	41,02	41,25	41,48	41,71	41,94
	43,36	43,60	43,84	44,08	44,32

## Таблица значений „К“.

(Для вычислений только по психрометру Асмана).

Н \ t-t <sub>1</sub>	790	780	770	760	750	740	730	720	710
	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09
0,3	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14
0,4	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19
0,5	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24
0,6	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,28
0,7	0,37	0,36	0,36	0,35	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33
0,8	0,42	0,41	0,41	0,40	0,40	0,39	0,39	0,38	0,38
0,9	0,47	0,46	0,46	0,45	0,45	0,44	0,44	0,43	0,42
1,0	0,52	0,52	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48	0,48	0,47
2,0	1,05	1,03	1,02	1,01	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94
3,0	1,57	1,55	1,53	1,51	1,49	1,47	1,45	1,43	1,41
4,0	2,09	2,07	2,04	2,02	1,99	1,96	1,94	1,91	1,88
5,0	2,62	2,58	2,55	2,52	2,48	2,45	2,42	2,38	2,35
6,0	3,14	3,10	3,06	3,02	2,98	2,94	2,90	2,86	2,82
7,0	3,66	3,62	3,57	3,53	3,48	3,43	3,39	3,34	3,29
8,0	4,19	4,14	4,08	4,03	3,98	3,92	3,87	3,82	3,76
9,0	4,71	4,65	4,59	4,53	4,47	4,41	4,35	4,29	4,23
10,0	5,23	5,17	5,10	5,04	4,97	4,90	4,84	4,77	4,70
11,0	5,75	5,68	5,61	5,54	5,46	5,39	5,32	5,25	5,17
12,0	6,28	6,20	6,12	6,04	5,96	5,88	5,80	5,72	5,64
13,0	6,80	6,72	6,63	6,54	6,46	6,37	6,28	6,20	6,11
14,0	7,32	7,23	7,14	7,05	6,95	6,86	6,77	6,68	6,58
15,0	7,85	7,75	7,65	7,55	7,45	7,35	7,25	7,15	7,05
16,0	8,37	8,26	8,16	8,05	7,95	7,84	7,74	7,63	7,52
17,0	8,89	8,78	8,67	8,56	8,44	8,33	8,22	8,11	7,99
18,0	9,42	9,30	9,18	9,06	8,94	8,82	8,70	8,58	8,46
19,0	9,94	9,81	9,69	9,56	9,44	9,31	9,19	9,06	8,93
20,0	10,46	10,33	10,20	10,07	9,93	9,80	9,67	9,54	9,40

Обозначения: t — температура „сухого“ термометра.

t<sub>1</sub> — „смоченного“ „

Н — давление атмосферы.

## Т а б л и ц а

веса паров воды в граммах, насыщающих 1 куб м воздуха при температуре  $t$ .

$t$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
— 30	0,45	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	—	—	—	—
— 20	1,07	0,99	0,91	0,83	0,77	0,70	0,64	0,59	0,54	0,50
— 10	2,36	2,19	2,03	1,88	1,73	1,60	1,48	1,37	1,26	1,16
— 0	4,85	4,52	4,22	3,93	3,66	3,41	3,17	2,95	2,74	2,54
0	4,85	5,20	5,57	5,96	6,37	6,80	7,27	7,76	8,28	8,83
10	9,41	10,03	10,68	11,37	12,09	12,85	13,65	14,50	15,40	16,33
20	17,31	18,35	19,45	20,60	21,80	23,07	24,40	25,80	27,24	28,78
30	30,39	32,08	33,84	35,65	37,58	39,60	41,71	43,91	46,21	48,61
40	51,12	53,73	56,46	59,36	62,32	65,41	68,69	72,04	75,51	79,13
50	82,98	86,90	90,96	95,19	99,56	104,23	108,94	113,98	119,07	124,35
60	129,81	135,62	141,50	147,56	153,85	160,53	167,26	174,22	181,62	189,04
70	197,0	204,9	213,4	222,1	231,1	240,2	249,6	259,4	269,7	280,0
80	290,8	301,7	313,3	325,3	337,2	349,9	362,5	375,9	389,7	404,9
90	420,1	433,6	448,5	464,3	480,8	496,6	514,3	532,0	550,3	569,7
100	589,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Для нахождения количества влаги в  $g$  на 1 куб м воздуха по данной абс. влажности надо по последней найти точку росы, пользуясь таблицей „Е.“ Приняв точку росы за  $t$ , находят по настоящей таблице искомое количество влаги.

## О Г Л А В Л Е Н И Е.

---

Предисловие . . . . .	
I. Задачи и значение исследования физических свойств воздуха внутри общественного здания . . . . .	
II. Приборы для определений температуры и влажности и пользование ими . . . . .	
III. Случаи исследования воздуха в помещениях . . . . .	
IV. Обработка полученных данных и выводы из них, применительно к требованиям содержания помещений . . . . .	
Таблицы . . . . .	

---