



Министерство образования и молодёжной политики Свердловской области

ГАПОУ СО

«ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ КОЛЛЕДЖ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

учебное пособие

для студентов специальности 20.02.01

Рациональное использование
природохозяйственных комплексов

ОДОБРЕНО

ЦМК специальности
Рациональное использование
природохозяйственных
комплексов
Председатель

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по
НМИР ГАПОУ СО
«Екатеринбургский колледж
транспортного строительства»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УВР
ГАПОУ СО
«Екатеринбургский колледж
транспортного строительства»

_____ Т.В.Сарапулова

_____ Т.К. Пермякова

_____ А.М. Шанин

Автор: *Сарапулова Т.В.* –преподаватель дисциплины «Метеорология»
ГАПОУ СО «Екатеринбургский колледж
транспортного строительства»

Рецензенты: *Митягина Е.А.* –преподаватель профессиональных дисциплин
ГАПОУ СО «Екатеринбургский колледж
транспортного строительства»

В учебном пособии рассматривается организация метеорологических наблюдений для изучения дисциплины «Метеорология» и прохождения учебной практики «Метеорологические наблюдения». Излагаются основные понятия общей метеорологии и приводятся основные сведения по основам метеорологии. В учебном пособии описываются доступные методы и технические средства, применяемые для производства метеорологических наблюдений.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 20.02.01 «Рациональное использование природохозяйственных комплексов» среднего профессионального образования. Пособие может быть полезно студентам при прохождении учебной практики «Метеорологические наблюдения», на практических и лабораторных занятиях по дисциплине «Метеорология», а также при проведении мониторинговых исследований.

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
Введение	5
Организация метеорологических наблюдений	6
Метеорологическая площадка	7
Психрометрическая будка	8
Наблюдения над температурой воздуха	9
Температура почвы и состояние ее поверхности	12
Методы и средства измерения влажности воздуха	16
Наблюдения над атмосферным давлением	22
Измерение характеристик ветра	24
Наблюдения над облачностью	30
Методы и средства измерения атмосферных осадков	34
Наблюдения за атмосферными явлениями	37
Образец заполнения таблицы КМ-1	39
Контрольные вопросы	40
Список информационных источников	41

Пояснительная записка

Дисциплина «Метеорология» принадлежит к профессиональному циклу и является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС 3+ по специальности СПО 20.02.01 *Рациональное использование природохозяйственных комплексов*.

В результате освоения дисциплины студент должен уметь:

- проводить метеорологические наблюдения и измерять основные метеорологические параметры;
- пользоваться метеорологическими приборами;
- фиксировать данные метеорологических наблюдений;
- обрабатывать и анализировать результаты метеорологических наблюдений;
- работать с метеорологическими справочными материалами;
- контролировать состояние окружающей среды в районе расположения организации в соответствии с требованиями метеорологических наблюдений;
- производить оценку и определять изменения состояния окружающей среды на основе данных метеорологических наблюдений и экологического мониторинга.

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- основные метеорологические термины, сроки и порядок метеорологических наблюдений;
- состав и строение атмосферного воздуха;
- потоки лучистой энергии в атмосфере;
- тепловой режим почвы и водоемов;
- термометры для измерения температуры поверхности почвы и воздуха, правила их установки, порядок отсчетов;
- процессы нагревания и охлаждения воздуха;
- характеристики влажности воздуха, сущность процесса испарения, основные приборы для измерения влажности воздуха и порядок измерений по ним;
- основные формы облаков и типы туманов, типы и виды осадков, и их характеристики, приборы для измерения жидких и твердых осадков;
- атмосферное давление, методы и приборы измерения атмосферного давления;
- воздушные течения в атмосфере, методы и средства измерения параметров ветра;
- виды и характеристику атмосферных явлений, понятие метеорологической дальности видимости;
- условия погоды, влияющие на концентрацию и распространение загрязняющих веществ в атмосфере.
- методы и средства метеорологического контроля состояния окружающей среды в районе расположения организации;
- методы и средства метеорологических наблюдений;
- порядок проведения производственного экологического контроля в соответствии с требованиями метеорологических наблюдений и нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды;
- технологические режимы природоохранных объектов с учетом метеорологических условий местности;
- порядок учета данных метеорологических наблюдений при проведении мониторинга загрязнения окружающей среды.

ВВЕДЕНИЕ

Метеорология – наука о земной атмосфере, ее строении, свойствах и происходящих в ней явлениях и процессах. В атмосфере постоянно осуществляется преобразование лучистой энергии, происходит круговорот тепла, влаги и различных примесей, развиваются оптические, электрические и многие другие явления. Поэтому, одной из основных задач метеорологии является физическое объяснение явлений и процессов, происходящих в атмосфере, установление причинно-следственных связей и закономерностей развития.

Практическими задачами метеорологии являются:

- обеспечение отраслей хозяйственной деятельности человека метеорологической информацией с целью наиболее полного и эффективного использования благоприятных условий погоды и климата и сокращения до минимума ущерба от опасных метеорологических явлений;
- повышение оправдываемости и увеличение заблаговременности прогнозов метеорологических условий, в том числе и опасных метеорологических явлений.

В настоящее время на климат нашей планеты существенное влияние оказывает хозяйственная деятельность человека (антропогенная деятельность), которая может изменять происходящие природные процессы в атмосфере, что оказывает существенное влияние на самочувствие и здоровье самого человека. Поэтому, важной задачей метеорологии является разработка новых и усовершенствование старых способов искусственного воздействия на метеорологические процессы в интересах современного общества.

В современную эпоху научно-технического прогресса, роста населения, производства и потребления, проблема сохранности природной среды и рационального использования природных ресурсов приобрело важнейшее значение. Решение этой проблемы состоит в нахождении оптимальных форм взаимодействия человека с природой в процессе его хозяйственной деятельности, т.е. в научно обоснованном потреблении природных ресурсов и целесообразном преобразовании природной среды и в этом деле метеорология играет значительную роль.

В процессах загрязнения окружающей среды атмосфера Земли выполняет различные функции:

- играет роль механического носителя примесей, способствуя их перемещению, накоплению и перераспределению;
- служит резервуаром, в котором происходят физические и химические превращения различных примесей;
- выступает в качестве источника загрязнений для других сред и играет важную роль в круговороте различных веществ.

В нашей стране создана государственная система по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения окружающей природной среды и составной ее частью является наземная подсистема получения гидрометеорологических данных. Поэтому, метеорология широко использует различные методы исследования, основными являются:

1. метод наблюдений;
2. метод экспериментов;
3. теоретический метод.

Метеорологические наблюдения – это инструментальные измерения и визуальные (зрительные) оценки метеорологических величин и явлений.

Программа подготовки специалистов в области охраны окружающей природной среды предусматривает изучение дисциплины «Метеорология», которая включает как теоретические занятия, так и практические и лабораторные работы. После изучения теоретического курса учебным планом предусмотрена учебная практика «Метеорологические наблюдения». В результате прохождения учебной практики студент должен приобрести основные навыки производства метеорологических наблюдений, знать устройство и принцип действия метеорологических приборов и уметь обрабатывать результаты наблюдений и измерений.

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Метеорологические наблюдения представляют собой наблюдения над физическими процессами, происходящими в атмосфере и на поверхности земли.

Наблюдения включают измерения значений метеорологических элементов в установленные сроки и определение основных характеристик (начало, конец, интенсивность, опасность) наиболее значимых атмосферных явлений.

Метеорологические наблюдения проводятся с целью получения информации:

- непосредственного обеспечения обслуживаемых организаций сведениями о погоде в пункте наблюдений;
- предупреждения об опасных и особо опасных явлениях;
- обеспечения прогностических служб необходимыми данными для составления всех видов прогнозов метеорологических условий и предупреждений об ожидаемых неблагоприятных условиях, в т.ч. связанными с неблагоприятной экологической обстановкой;
- накопления и обобщения объективных данных о метеорологическом режиме на территории района, области и страны в целом.

На всех станциях наблюдения производятся синхронно в **сроки 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 и 21 час** по московскому декретному времени (м.д.в.).

Под **сроком наблюдений** понимается 10-ти минутный интервал времени, оканчивающий точно в указанный срочный час.

В **сроки 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 и 21 час** м.д.в. производятся наблюдения над температурой воздуха, атмосферным давлением, ветром, температурой почвы, видимостью и облачностью. Для получения сумм осадков за синхронные 12-часовые промежутки времени, т.е. **3-15 и 15-3 час** м.д.в. В зимнее время при наличии снежного покрова периодически производят снегомерные съемки в **8 час** м.д.в. Наблюдения над атмосферными явлениями и состоянием погоды ведутся на станциях непрерывно в течение суток. На некоторых станциях производится регистрация температуры, влажности воздуха, атмосферного давления, осадков, ветра и продолжительности солнечного сияния.

Для записи наблюдений используют специальные метеорологические книжки наблюдений КМ – 1 и КМ – 3.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ:

- Термометр метеорологический ртутный максимальный (ТМ-1);
- Термометр метеорологический спиртовой минимальный (ТМ-2);
- Термометр метеорологический психрометрический (ТМ-4);
- Термометр метеорологический почвенный (ТМ-3)
- Термометр метеорологический (ТЛ-2);
- Термометр метеорологический спиртовой низкоградусный (ТМ-9);
- Термометр метеорологический почвенно-глубинный (ТМ-10);
- Аспирационный психрометр МВ-4М;
- Гигрометр психрометрический ВИТ-1;
- Психрометрические таблицы;
- Барометр анероид БАММ-1;
- Флюгер-флажок;
- Компас;
- Чашечный анемометр АРИ-49;
- Шкала для визуальной оценки силы ветра (шкала Бофорта);
- Атлас облаков;
- Метеорологическое ведро;
- Наставление метеорологическим станциям и постам;
- Таблица КМ-1.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДКА



Все метеорологические наблюдения проводятся на метеорологической площадке, поэтому хорошее качество наблюдений определяется правильным выбором места размещения площадки.

Метеорологическая площадка должна иметь квадратную форму размером $26 \div 26$ м. (разрешается уменьшать размеры до $26 \div 16$ м). Местоположение метеорологической площадки должно быть типичным для окружающей местности. Необходимо, чтобы площадка находилась на значительном расстоянии:

- От отдельных невысоких строений, групп деревьев и т.п. (не меньше 10-кратной высоты этих препятствий);
- От значительных сплошных препятствий: лесов, городских улиц (не меньше 20-кратной средней высоты);
- От оврагов, обрывов и т.п. (не меньше нескольких десятков метров);
- От уреза воды при максимальном уровне в реке, озере, море (не меньше 100 м).

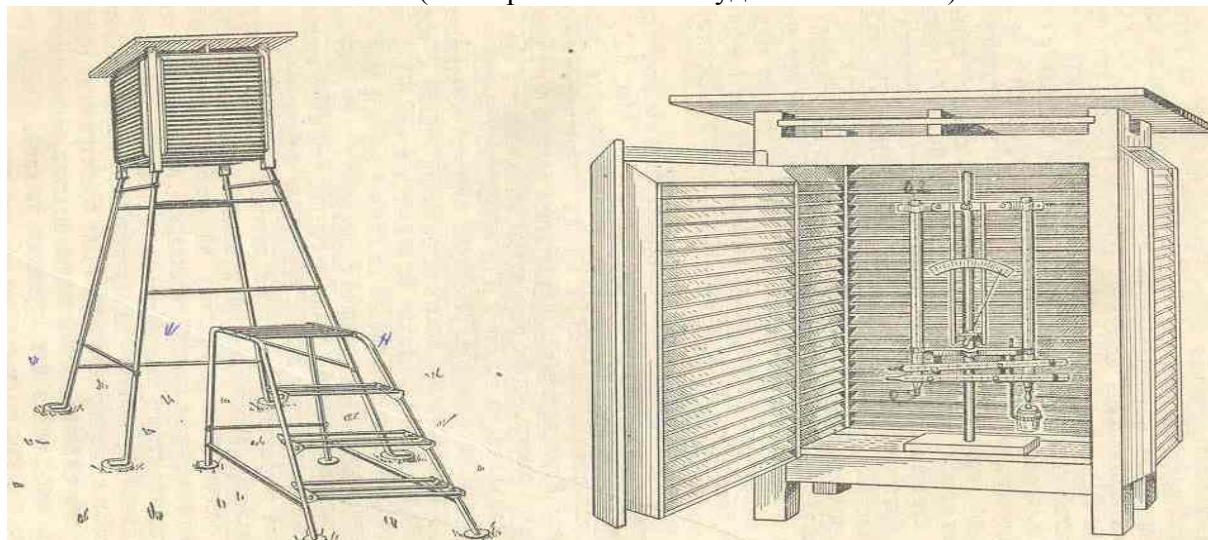
Чтобы не нарушать естественного состояния поверхности, на метеорологической площадке разрешается ходить только по дорожкам. Дорожки делаются из утрамбованного грунта, щебенки, гравия, кирпичной крошки и т.п. Асфальтировать или бетонировать дорожки не следует.

Метеорологическая площадка должна быть ограждена. Желательно иметь стандартную ограду из проволоочной сетки с ячейками размером примерно 10/10 см; высота ограды 1,2 – 1,5 м. Ограда должна обеспечивать хорошую вентиляцию и не должна способствовать образованию сугробов зимой.

Приборы и оборудование должны быть размещены на метеорологической площадке так, чтобы на них не оказывали влияние соседние установки. Мачты с флюгерами, анеморумбометром и самописцем ветра, а также гололедный станок размещается в северной части площадки, психрометрические будки, осадкомер и плювиограф – в средней части, гелиограф, россограф, ледоскоп и почвенные термометры – в южной части. Калитка для прохода на метеорологическую площадку устанавливается с северной стороны ограды. Почти все установки на площадке окрашиваются в белый цвет.

Метеорологическая площадка должна содержаться в чистоте и периодически осуществлять уход за ней, всеми приборами и оборудованием, размещенными на площадке. Правила ухода описаны в Наставление гидрометеорологическим станциям и постам выпуск 2 часть 1 и выпуск 3 часть 1.

ПСИХРОМЕТРИЧЕСКАЯ БУДКА (метеорологическая будка Селянинова)



Психрометрическая будка служит для установки, размещения и защиты термометров, измеряющие температуру воздуха, психрометров и самописцев от непосредственного воздействия солнечных лучей, излучения окружающих предметов, атмосферных осадков и сильных порывов ветра. На метеорологической площадке устанавливают две метеорологических будки: одна для термометров и психрометров; вторая для самописцев – термографа, гигрографа и барографа.

Психрометрическая будка состоит из четырех жалюзийных стенок, пола, потолка и крыши, укрепленных на деревянной основе. Стенки представляют собой ряд тонких планок-жалюзи, наклоненных под углом 45° к горизонту. Одна из стенок служит дверцей.

Пол состоит из трех досок, причем средняя укреплена несколько выше для улучшения вентиляции будки. Потолок горизонтальный и сплошной, а крыша наклонена в сторону, противоположную дверце, и немного выдается со всех сторон будки. Психрометрическая будка с внутренней и с наружной стороны окрашена белой масляной краской.

Психрометрическая будка устанавливается на подставку так, чтобы резервуар ртутного термометра оказался на высоте **1,5 м** от поверхности земли. На метеорологической площадке психрометрическая будка устанавливается таким образом, чтобы пол имел горизонтальное положение, а дверца находилась с северной стороны.

Термометры укладываются в гнезда штатива резервуарами к востоку и закрепляются. Максимальный термометр (ТМ-1) кладется на верхние гнезда штатива с небольшим наклоном в сторону резервуара. Минимальный термометр (ТМ-2) помещается на средние гнезда штатива, а ртутный – на нижние; оба термометра находятся в горизонтальном положении.

Психрометрические термометры (ТМ-4 – 2 шт) устанавливаются вертикально, так чтобы резервуары оказались на высоте **2 м** от поверхности земли. Под правым термометром ТМ-4, резервуар которого обертывается батистом, устанавливается психрометрический стакан с дистиллированной водой для смачивания батиста. Стакан закрывается крышкой с прорезью для опускания батиста и устанавливается с таким расчетом, чтобы его крышка находилась на расстоянии **2 см** от резервуара термометра. В холодное время года параллельно психрометрическим термометрам ТМ-4 устанавливается низкоградусный термометр ТМ-9. Волосной гигрометр укрепляется вертикально между психрометрическими термометрами ТМ-4.

В психрометрической будке для самописцев на нижней полке располагают термограф, так чтобы его приемник (биметаллическая пластина) был на высоте **2 м** от поверхности земли. Гигрограф размещают на средней полке над термографом. Барограф устанавливают на верхней полке психрометрической будки.

Необходимо постоянно следить за состоянием психрометрической будки и всеми приборами, находящиеся в ней в соответствии с правилами, описанными в Наставлении гидрометеорологическим станциям и постам выпуск 2, 3 часть 1.

НАБЛЮДЕНИЯ НАД ТЕМПЕРАТУРОЙ ВОЗДУХА

Температура воздуха является одной из основных термодинамических характеристик его состояния. На метеорологических станциях температура измеряется в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$). Вследствие турбулентного состояния атмосферы каждая частица воздуха имеет свою температуру, которая больше или меньше отличается от температуры других частиц. Для получения устойчивых значений температуры воздуха на метеорологических станциях измеряют среднее значение. В приземном слое температура воздуха (50 – 100 м от поверхности земли) существенно изменяется в зависимости от расстояния от подстилающей поверхности. Для исключения неопределенности на метеорологических станциях температура измеряется на высоте **2 м** от подстилающей поверхности.

Наблюдения над температурой воздуха состоят из измерений температуры воздуха в установленные сроки и определения максимальных и минимальных ее значений в промежутках между сроками измерений.

Для измерения температуры воздуха применяют следующие термометры: ТМ-1 ртутный максимальный, ТМ-2 спиртовой минимальный, ТМ-4 психрометрический, ТМ-9 спиртовой низкоградусный, а также термограф. Все термометры помещают в психрометрическую будку и устанавливают на высоте **2 м** от поверхности земли.

ТЕРМОМЕТР РТУТНЫЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ МАКСИМАЛЬНЫЙ ТМ-1

ТМ-1 служит для определения максимального значения температуры за срок наблюдения. Термометр устроен таким образом, что он сохраняет показание, соответствующее максимальной температуре за время, прошедшее после предыдущего наблюдения. К очередному наблюдению термометр готовится встряхиванием (показания термометра приводят в соответствии с температурой в данный момент). Термометр имеет вставную шкалу с делениями $0,5^{\circ}\text{C}$. Общая длина термометра 340 мм. Резервуар цилиндрический.

Пределы измерений: $-30...50^{\circ}\text{C}$ или $-20...70^{\circ}\text{C}$. В пространстве над ртутью в капилляре создается вакуум. Максимальные показания термометра сохраняются благодаря стеклянному штифту припаянного ко дну внутри резервуара термометра. Верхний конец штифта входит в капилляр, оставляя узкое кольцообразное отверстие *1*.

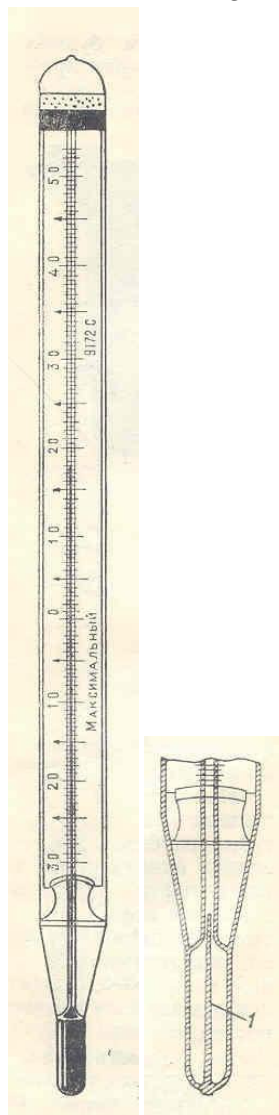
Когда температура начинает повышаться, ртуть, находящаяся в резервуаре термометра, расширяется и проталкивается. При понижении температуры ртуть не пройдет назад в резервуар и в этом месте столбик ртути разорвется. Таким образом, термометр сохраняет максимальное значение температуры.

Запись показаний термометра ведется «ПОСЛЕ ВСТРЯХИВАНИЯ» и «ДО ВСТРЯХИВАНИЯ» (фактическая температура в срок наблюдения).

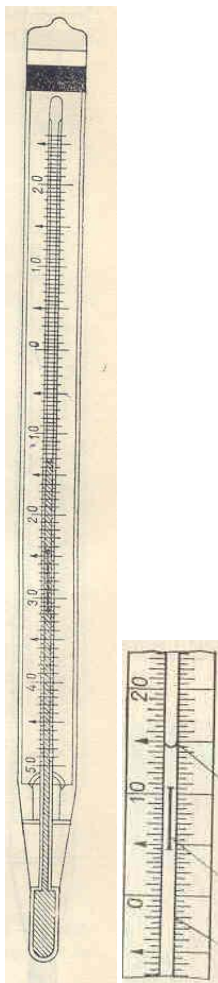
Для подготовки максимального термометра к следующему измерению его берут за середину и, держа резервуаром книзу, делают несколько резких взмахов рукой, встряхивая термометр, чтобы перегнать часть ртути из капилляра в резервуар.

После встряхивания показания обычно отличаются от показаний психрометрического ТМ-4 не более чем на $0,1 - 0,2^{\circ}\text{C}$.

При отсчетах по максимальному термометру следует держать глаз прямо против конца столбика ртути. Отсчеты производятся с точностью до десятых долей градуса.



ТЕРМОМЕТР СПИРТОВОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ МИНИМАЛЬНЫЙ ТМ-2



Служит для определения минимальной температуры за данный промежуток времени. Термометр имеет вставную шкалу с делениями в $0,5^{\circ}\text{C}$, резервуар цилиндрический.

Пределы измерений: $-75...31$; $-61...31$; $-51...21$; $-41...41^{\circ}\text{C}$.

Термометрическая жидкость – спирт. Внутри спирта, в капилляре, находится небольшой штифт из темного стекла, имеющий на своих концах утолщение. Штифт свободно перемещается в спирте.

К измерениям термометр подготавливается наклоном резервуара кверху, и ждут, пока штифт дойдет до поверхности спирта в капилляре. У поверхности спирта штифт останавливается (не может прорвать поверхностную пленку спирта). Затем термометр кладут горизонтально. Если температура будет повышаться, то спирт, расширяясь, будет обтекать штифтик, не сдвигая его с места. При понижении температуры объем спирта начинает уменьшаться, и он переходит из капилляра в резервуар. Поверхностная пленка спирта будет перемещать штифт к резервуару. В случае если температура начинает повышаться, штифт останется на месте и укажет, таким образом, наиболее низкую температуру с момента установки термометра.

Запись показаний термометра ведется «ПО ШТИФТУ» (минимальная температура) и «ПО СПИРТУ» (фактическая температура).

После отсчета показаний ТМ-2 наклоняют резервуаром кверху и приводят штифт в соприкосновение с концом столбика спирта в капилляре, после этого термометр кладут горизонтально на лапки штатива.

ТЕРМОМЕТР ПСИХРОМЕТРИЧЕСКИЙ РТУТНЫЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ТМ-4



Психрометрический термометр используется для определения температуры, а также влажности воздуха. Это ртутный термометр со вставной шкалой. Длина термометра 41 мм, диаметр 16 мм. Капилляр термометра круглый с наружным диаметром 2,5 мм. Пространство над ртутью в капилляре заполнено азотом.

Пределы измерений: $-35...40^{\circ}\text{C}$ или $-25...50^{\circ}\text{C}$, цена деления $0,2^{\circ}\text{C}$.

Для установки термометра на верхнем конце защитной трубки укреплен металлический колпачок.

ТЕРМОМЕТР СПИРТОВОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ НИЗКОГРАДУСНЫЙ ТМ-9



Так как ртуть замерзает при $t = -39^{\circ}\text{C}$, то для определения температуры воздуха ниже -35°C используется специальный спиртовой термометр, дополнительный к ртутному психрометрическому ТМ-4.

Устройство термометра ТМ-9 отличается, главным образом, тем, что в качестве термометрической жидкости в нем используется спирт. Термометр длиннее психрометрического, резервуар имеет форму цилиндра.

Пределы измерений: $-65...25$; $-60...20$; $-75...25$; $-70...20^{\circ}\text{C}$,
цена деления $0,5^{\circ}\text{C}$.

Наблюдения по дополнительному спиртовому термометру следует производить параллельно с ртутным психрометрическим ТМ-4, как только температура воздуха опускается ниже -20°C .

ТЕРМОГРАФ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ М-16



Термограф предназначен для непрерывной регистрации изменений температуры воздуха и является самописцем. Пределы измерений $-45...55^{\circ}\text{C}$. Чувствительным элементом является биметаллическая пластинка, смонтированная на кронштейне. Кронштейн крепится к другому кронштейну, на котором собран рычажный механизм, связывающий биметаллическую пластинку со стрелкой, имеющей на своем конце перо. При изменении температуры биметаллическая пластинка деформируется и перемещает стрелку с пером вдоль барабана с лентой. Барабан вращается часовым механизмом вокруг вертикальной оси, закрепленной на плате. Часовые механизмы выпускаются двух видов: суточные и недельные. Суточные имеют продолжительность одного оборота барабана 26 часов, а недельные – 176 часов.

Лента термографа разграфлена прямыми горизонтальными линиями и вертикально расположенными дугами.

Цена деления горизонтальной шкалы 1°C , вертикальной – 5 минут (для суточного термографа).

ТЕМПЕРАТУРА ПОЧВЫ И СОСТОЯНИЕ ЕЕ ПОВЕРХНОСТИ

Наблюдения над температурой почвы включают измерения температуры оголенной от растительности поверхности почвы или поверхности снежного покрова, а также измерения температуры почвы и грунта на глубинах под естественным покровом, а в теплую половину года еще и на площадке без растительного покрова.

Температура поверхности почвы или снежного покрова измеряется ртутным термометром (ТМ-3 или ТМ-10); максимальная и минимальная температура измеряется соответственно по максимальному (ТМ-1) и минимальному (ТМ-2) метеорологическим термометрам.

Под естественным покровом температура почвы и грунта измеряется на глубинах 0,02; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,40; 0,80; 1,20; 1,60 и 3,20 м с помощью дистанционных электрических термометров М-54-1.

Для измерения температуры на глубинах 0,20; 0,40; 0,80; 1,20; 1,60; 2,40 и 3,20 м применяются вытяжные почвенно-глубинные ртутные термометры (ТМ-10).

В теплое время года температура почвы измеряется также на глубинах 5, 10, 15 и 20 см на площадке, оголенной от растительности ртутными коленчатыми термометрами Савинова.

Все почвенные термометры устанавливаются в южной части метеорологической площадки на ровном, не затененном от солнца месте, специально отведенном для наблюдений над температурой почвы.

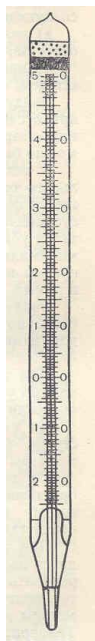
Термометры на поверхности почвы и коленчатые термометры устанавливаются на оголенном от растительности участке размером 4 м на 6 м. Если на станции ведутся только наблюдения над температурой поверхности почвы, то для установки напочвенных термометров достаточно выделить участок размером 3 м на 4 м.

Напочвенные термометры устанавливаются в центре площадки в выкопанные лунки резервуаром к востоку параллельно друг другу на расстоянии 5-10 см. Термометр для измерения температуры поверхности почвы (ТМ-3, ТМ-10) и минимальный (ТМ-2) укладываются горизонтально, а максимальный термометр (ТМ-1) – с небольшим наклоном в сторону резервуара. Все три термометра должны лежать так, чтобы резервуар и внешняя оболочка каждого термометра погружались наполовину в почву, но не покрывались землей.

Отсчеты по термометрам производятся во все сроки наблюдения. Температура по всем термометрам отсчитывается с точностью до 0,1° С. Для отсчета показаний, подходить к термометрам следует с северной стороны. При отсчетах не допускается снимать термометры с места и брать в руки. Вначале производятся отсчеты по термометру для измерения температуры поверхности почвы, затем – по спирту и штифту минимального термометра и, наконец, по максимальному термометру. Записав показания, встряхивают максимальный термометр и отсчитывают его показания после встряхивания, а затем подводят штифт минимального термометра к поверхности спирта.

Отсчеты по термометрам записывают в книжке КМ-1 в соответствующие графы.

ТЕРМОМЕТР РТУТНЫЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОЧВЕННЫЙ ТМ-3



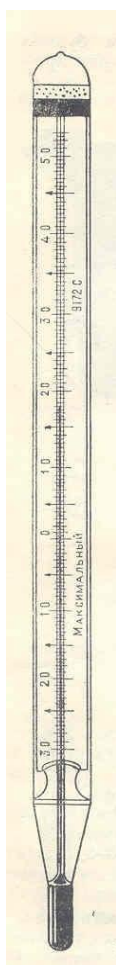
ТМ-3 служит для определения температуры поверхности почвы. Термометр имеет вставную шкалу молочного цвета с делениями. Чувствительной жидкостью является ртуть. Резервуар цилиндрический.

Пределы измерений: $-10 \dots 85$; $-25 \dots 70$; $-35 \dots 60^\circ \text{C}$.

Цена деления $0,5^\circ \text{C}$.

Почвенный термометр укладывают в лунку резервуаром к востоку так, чтобы резервуар и оправа были наполовину погружены в почву.

ТЕРМОМЕТР РТУТНЫЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ МАКСИМАЛЬНЫЙ ТМ-1



ТМ-1 служит для определения максимального значения температуры за срок наблюдения. Термометр устроен таким образом, что он сохраняет показание, соответствующее максимальной температуре за время, прошедшее после предыдущего наблюдения. К очередному наблюдению термометр готовится, встряхиванием (показания термометра приводят в соответствии с температурой в данный момент). Термометр имеет вставную шкалу с делениями $0,5^\circ \text{C}$. Общая длина термометра 340 мм. Резервуар цилиндрический.

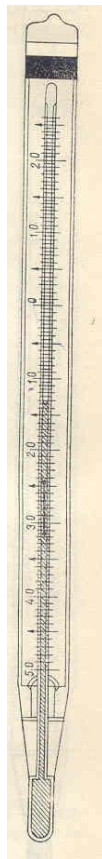
Пределы измерений: $-30 \dots 50^\circ \text{C}$ или $-20 \dots 70^\circ \text{C}$. В пространстве над ртутью в капилляре создается вакуум. Максимальные показания термометра сохраняются благодаря стеклянному штифту припаянного ко дну внутри резервуара термометра. Верхний конец штифта входит в капилляр, оставляя узкое кольцообразное отверстие.

Когда температура начинает повышаться, ртуть, находящаяся в резервуаре термометра, расширяется и проталкивается. При понижении температуры ртуть не пройдет назад в резервуар и в этом месте столбик ртути разорвется. Таким образом, термометр сохраняет максимальное значение температуры.

Запись показаний термометра ведется «ПОСЛЕ ВСТРЯХИВАНИЯ» и «ДО ВСТРЯХИВАНИЯ» (фактическая температура в срок наблюдения).

Для подготовки максимального термометра к следующему измерению его берут за середину и, держа резервуаром книзу, делают несколько резких взмахов рукой, встряхивая термометр, чтобы перегнуть часть ртути из капилляра в резервуар. ТМ-1 укладывают в лунку резервуаром на восток, так, чтобы оправа и резервуар были наполовину погружены в почву. Термометр устанавливают параллельно остальным термометрам с небольшим наклоном в сторону резервуара.

ТЕРМОМЕТР СПИРТОВОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ МИНИМАЛЬНЫЙ ТМ-2



ТМ-2 служит для определения минимальной температуры за данный промежуток времени. Термометр имеет вставную шкалу с делениями в $0,5^{\circ}\text{C}$, резервуар цилиндрический.

Пределы измерений: $-75...31$; $-61...31$; $-51...21$; $-41...41^{\circ}\text{C}$.

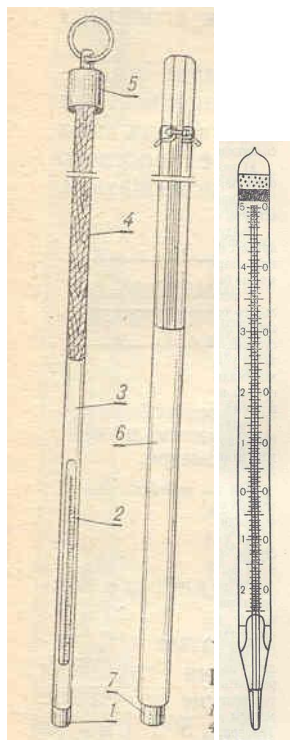
Термометрическая жидкость — спирт. Внутри спирта, в капилляре, находится небольшой штифт из темного стекла, имеющий на своих концах утолщение. Штифт свободно перемещается в спирте.

К измерениям термометр подготавливается наклоном резервуара кверху, и ждут, пока штифт дойдет до поверхности спирта в капилляре. У поверхности спирта штифт останавливается (не может прорвать поверхностную пленку спирта). Затем термометр кладут горизонтально. Если температура будет повышаться, то спирт, расширяясь, будет обтекать штифтик, не сдвигая его с места. При понижении температуры объем спирта начинает уменьшаться, и он переходит из капилляра в резервуар. Поверхностная пленка спирта будет перемещать штифт к резервуару. В случае если температура начинает повышаться, штифт останется на месте и укажет, таким образом, наиболее низкую температуру с момента установки термометра.

Запись показаний термометра ведется «ПО ШТИФТУ» (минимальная температура) и «ПО СПИРТУ» (фактическая температура).

После отсчета показаний ТМ-2 наклоняют резервуаром кверху и приводят штифт в соприкосновение с концом столбика спирта в капилляре, после этого термометр кладут горизонтально в лунку так, чтобы резервуар и оправа были на половину погружены в почву.

ТЕРМОМЕТР РТУТНЫЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОЧВЕННО-ГЛУБИННЫЙ ТМ-10



ТМ-10 служит для определения температуры почвы и грунта на глубинах от 20 до 320 см и используется в почвенно-вытяжной установке. Термометр имеет вставную шкалу молочного цвета. Резервуар цилиндрический.

Пределы измерений: $-20...30$; $-10...40$; $-5...40^{\circ}\text{C}$.

Цена деления $0,2^{\circ}\text{C}$.

Термометр ТМ-10 вставляется в винипластовую оправу 3 с металлическим колпачком и прорезями 2 для просмотра шкалы. В оправу вокруг резервуара термометра насыпают медные опилки, обеспечивая тем самым его тепловой контакт с металлическим колпачком оправы 1 и 7, а также увеличивая термическую инерцию термометра, что необходимо для сохранения показаний термометра во время производства отсчетов.

Оправа с термометром укреплена на деревянном шесте 4, на другом конце которого надет колпачок с кольцом 5. Внутри колпачка помещается фетровая кольцевая прокладка. Длина шеста зависит от глубины, на которую устанавливается термометр. Для защиты термометра от повреждений используют эбонитовую трубку 6.

Установка выпускается комплектом для измерения температуры на глубинах: 0,2; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,4 и 3,2 м.



МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Наиболее распространенными методами измерения влажности воздуха являются ПСИХРОМЕТРИЧЕСКИЙ и ГИГРОМЕТРИЧЕСКИЙ, а наиболее распространенными приборами ПСИХРОМЕТРЫ и ВОЛОСНЫЕ ГИГРОМЕТРЫ.

Психрометрический метод широко применяется при измерении влажности воздуха и в метеорологии является основным. Он основан на зависимости интенсивности испарения с водной поверхности от дефицита влажности соприкасающегося с ней воздуха. Интенсивность испарения определяется путем измерения понижения температуры тела, с поверхности которого происходит испарение, за счет затраты тепла тела на испарение воды.

Вычисления проводятся по психрометрической формуле, на основе которой составлены ПСИХРОМЕТРИЧЕСКИЕ ТАБЛИЦЫ:

$$e = E - A p (t - t'), [\text{гПа}]$$

где e – парциальное давление водяного пара в воздухе, гПа; E – давление насыщенного водяного пара при температуре испаряющей поверхности, гПа; A – психрометрический коэффициент, p – давление атмосферы, гПа; t и t' – температура воздуха, и температура испаряющей поверхности соответственно, °С.

Приборы, которые применяются при измерении влажности воздуха психрометрическим методом, называются ПСИХРОМЕТРАМИ.

Психрометры содержат два термометра. Одним измеряют температуру тела t' , с поверхности которого происходит испарение воды – этот термометр называется «смоченным», и другим – температуру окружающего воздуха t – «сухой» термометр. Поскольку с поверхности резервуара смоченного термометра испаряется вода и на испарение расходуется тепло, показания этого термометра ниже показаний сухого (и тем ниже, чем интенсивнее испарение, т.е. чем меньше парциальное давление водяного пара в воздухе). По температуре сухого и смоченного термометров с помощью ПСИХРОМЕТРИЧЕСКИХ ТАБЛИЦ определяется влажность воздуха.

Гигрометрический метод применяется при температуре воздуха ниже -15° С, поскольку при более низкой температуре разность $t - t'$ становится меньше 1° С, что приводит к большим погрешностям измерения психрометров. Приборы гигрометрического метода, называются ГИГРОМЕТРАМИ, в которых чувствительным элементом является волос или пучок волос. Действие гигрометров основано на конденсации в капиллярных порах волоса водяного пара даже при очень низкой влажности. При возрастании влажности вогнутость менисков воды в порах, расположенных горизонтально, начинает уменьшаться, и волос будет удлиняться. Это удлинение пропорционально логарифму относительной влажности. Удлинение волоса ΔL при изменении относительной влажности f от 0 до 100 % составляет 2,5 % его длины L и происходит линейно:

$f, \%$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\Delta L, \%$	0	20,9	38,8	52,8	63,7	72,2	79,2	85,2	90,5	95,4	100

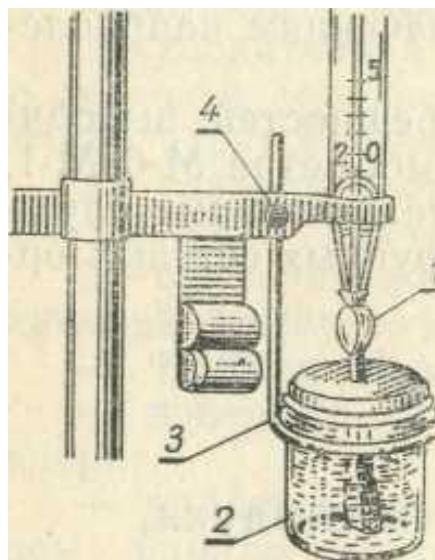
Для разных волос эта зависимость варьирует, особенно при высокой влажности. Поэтому волосы для гигрометров отбираются по пригодности, а затем подвергаются специальной химической и механической обработке.

СТАНЦИОННЫЙ ПСИХРОМЕТР

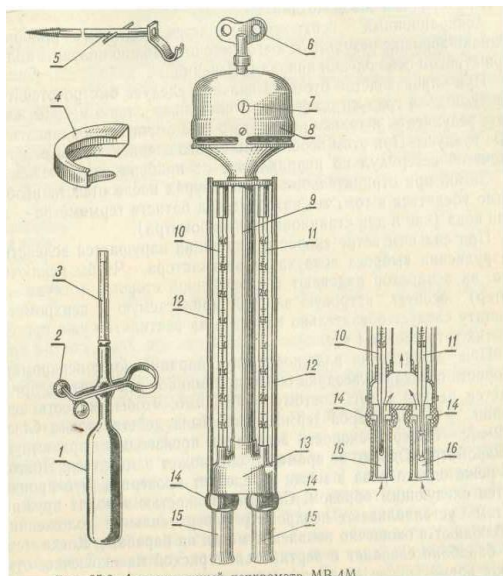
Состоит из двух психрометрических термометров ТМ-4, установленных рядом на штативе, и стаканчика с дистиллированной водой. Резервуар правого («смоченного») термометра обвязывают кусочком батыста, конец которого погружен в стеклянный психрометрический стаканчик с дистиллированной водой. Стаканчик устанавливается в кольца держателя таким образом, чтобы закрывающая крышка находилась на 2 см ниже резервуара термометра, и стаканчик не мешал свободному обмену воздуха у резервуара. Стаканчик накрыт крышкой с прорезью, через которую пропущен батыст. Стационарный психрометр устанавливается в психрометрической будке. Нужно следить за чистотой батыста и уровнем воды в стаканчике.

В жаркую погоду при низкой влажности за 10 минут до измерений необходимо дополнительно смочить батыст. Для чего, сняв крышку, поднять стаканчик с водой и погрузить резервуар смоченного термометра в воду, затем поместить стаканчик на прежнее место.

С наступлением первых заморозков батыст обрезается под резервуар, а психрометрический стаканчик убирается из будки. За 30 минут до наблюдения стаканчик с водой комнатной температуры приносят в психрометрическую будку и погружают резервуар термометра, обернутый батыстом, в воду. При этом наблюдают за показаниями термометра, необходимо дождаться, чтобы температура у смоченного термометра поднялась на 2 – 3° С выше нуля, т.е. пока ледяная корка на батысте не растает. Если температура положительна, то за 15 минут до отсчета батыст смачивается еще раз. При температуре смоченного термометра ниже 0° С при наблюдениях необходимо определить в каком состоянии находится вода на батысте термометра «лед» или «жидкость», и в зависимости от состояния испаряющей поверхности по разным таблицам определяют влажность с помощью ПСИХРОМЕТРИЧЕСКИХ ТАБЛИЦ.



ПСИХРОМЕТР АСПИРАЦИОННЫЙ МВ-4М



1 резиновая груша, 2 зажим, 3 пипетка, 4 ветровая защита, 5 крюк-подвес, 6 заводной ключ, 7 окошечко, 8 головка аспиратора, 9 трубка, 10 и 11 сухой и смоченный термометры, 12 защитные планки, 13 тройник, 14 изоляционные втулки, 15 и 16 защитные трубки.

Аспирационный психрометр предназначен для измерения температуры и влажности воздуха в экспедиционных условиях, а также в промышленных помещениях. Пределы измерений относительной влажности (при температуре воздуха от -10° до $+30^{\circ}\text{C}$) 3—100 %, пределы измерений температуры воздуха от -25° до $+50^{\circ}\text{C}$.

Прибор имеет два одинаковых ртутных термометра 10 и 11, закрепленных в специальной оправе, состоящей из трубки 9 с тройником 13 и планочных защит 12. К тройнику 13 с помощью пластмассовых втулок 14 прикреплены по две трубки 15 и 16 (для радиационной защиты и вентиляции резервуаров термометров). Верхний конец трубки 9 соединен с головкой аспиратора 8. Головка состоит из заводного механизма и вентилятора, закрытых кожухом. Пружина заводного механизма заводится ключом 6 (сверху).

Измерения по аспирационному психрометру. Аспирационный психрометр устанавливается на столбе с помощью специального крюка таким образом, чтобы резервуары термометров находились на высоте 2 м. Зимой психрометр устанавливают за 30 мин, а летом за 15 мин до начала измерений. При некоторых специальных наблюдениях психрометр может устанавливаться и в горизонтальном положении и на высоте, отличной от 2 м.

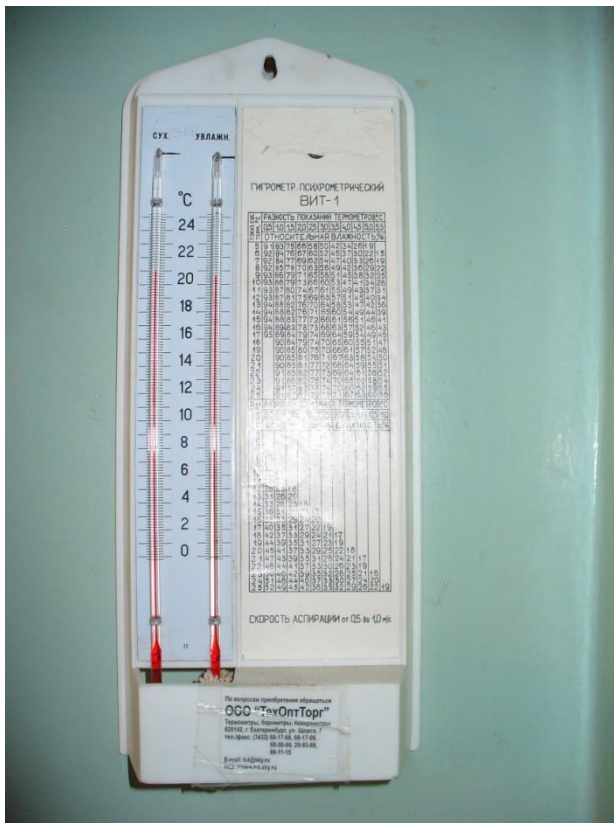
Смачивание термометра, обвязанного батистом, зимой производят за 30 мин, летом за 4 мин до отсчета. Для смачивания термометра пользуются прилагаемой к прибору резиновой грушей 1 с пипеткой. Ее наполняют дистиллированной водой, затем легким нажимом на грушу вводят воду в стеклянную пипетку до отмеченной риски (на 1 см от края пипетки) и удерживают ее на этом уровне с помощью зажима. Потом вводят пипетку в правую трубку защиты термометров, где находится резервуар смоченного термометра, до упора. Выждав несколько секунд для того, чтобы батист пропитался водой, открывают зажим и отсасывают лишнюю воду. При этом нужно следить, чтобы вода из груши не вылилась и не смочила стенки защитных трубок; это приведет к дополнительным погрешностям. После смачивания термометра заводят механизм аспиратора, который в момент отсчета должен работать на максимальных оборотах. Поэтому зимой за 4 мин до начала отсчета нужно произвести вторичный завод механизма.

При производстве отсчетов сначала следует быстро отсчитать десятые доли градуса по сухому и смоченному термометрам, записать результаты и только после этого уже отсчитать и записать целые градусы. При этом необходимо строго следить, чтобы во время отсчетов ветер дул по направлению от прибора к наблюдателю.

Зимой при отрицательных температурах после отсчета необходимо убедиться в том, что находится на батисте термометра – лед! или вода!

Для правильной работы аспирационного психрометра необходимо следить за чистотой батиста и своевременно его менять. В целях предохранения покрытий оправы прибора от порчи рекомендуется психрометр всегда держать в футляре, предохранять от запотевания, механических повреждений. Аспирационный психрометр является самым надежным прибором для определения температуры и влажности воздуха при положительной температуре. Его можно использовать и при отрицательной температуре, но не ниже -15°C , поскольку при более низкой температуре разность $t - t'$ становится меньше 1°C , что приводит к большим погрешностям (более 10 %). В этих случаях используют другие приборы. Наиболее широко применимы воло сные гигрометры.

ГИГРОМЕТР ПСИХРОМЕТРИЧЕСКИЙ ВИТ-1



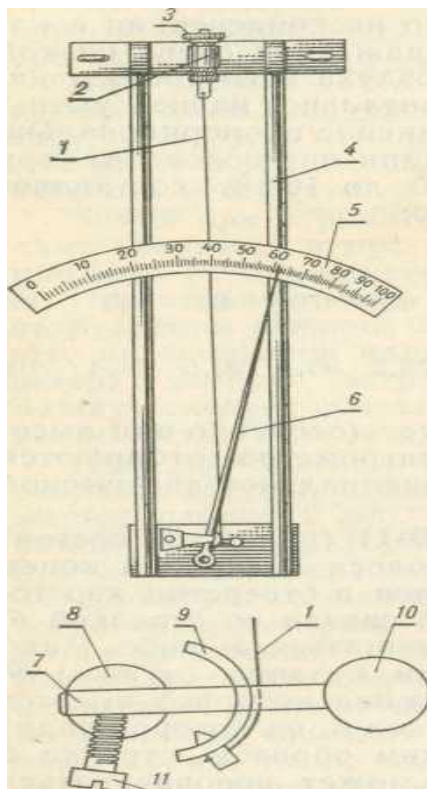
ВИТ-1 служит для измерения температуры и влажности воздуха. Имеет два термометра, закрепленных на пластмассовом основании. Чувствительной жидкостью в термометрах служит толуол. Один термометр сухой, другой смоченный, резервуар которого обвязан батистом и опущен в трубку с дистиллированной водой. Гигрометр психрометрический используют для положительных температур, поэтому является бытовым прибором.

Диапазон измерений температуры от 0 ° до 24 °С, цена деления 0,2 °С.

На корпусе прибора имеется шкала для определения относительной влажности воздуха (f , %), которая определяется по показаниям сухого термометра и разности температур сухого и смоченного термометра.

Пределы измерений относительной влажности 15...95%.

ВОЛОСНОЙ ГИГРОМЕТР М-19 (МВ-1)



Гигрометр волосной.

1 волос, 2 регулировочный винт, 3 контргайка, 4 рама, 5 шкала, 6 стрелка, 7 стерженек, 8 ось, 9 кулачок, 10 грузик, 11 винт.

Гигрометр метеорологический М-19 (МВ-1) служит для измерения относительной влажности воздуха. Волосной гигрометр состоит из рамы 4 со шкальной пластиной 5 и волоса 1, верхний конец которого закреплен с помощью клина и клея в отверстие хвостовика регулировочного винта 2, а нижний связан со стрелкой 6. Винт 2 с помощью гайки 3 может перемещаться в скобе. Нижний конец волоса 1 закреплен на стерженьке 7, на конце которого имеется грузик 10. Стерженьек 7 входит в отверстие оси 8, на которой сидит стрелка 6, и закрепляется винтом 11. Таким образом, стрелка 6 под воздействием волоса 1 и грузика 10 может поворачиваться вместе с осью 8, перемещаясь вдоль шкалы. На шкале нанесены (неравномерно) 100 делений, уменьшающихся от 0 до 100. Отсчеты по шкале производят с точностью до целого деления. При увеличении относительной влажности волос удлиняется, и стрелка под действием грузика поворачивается вправо, при уменьшении влажности волос сокращается и поворачивает стрелку влево.

Волосной гигрометр устанавливается в психрометрической будке вместе с психрометром и крепится на штативе между сухим и смоченным термометрами.

Измерения по волосному гигрометру.

При каждом отсчете по волосному гигрометру необходимо проверить, не испытывает ли ось стрелки большого трения в цапфах. Для этого после отсчета отводят карандашом стрелку гигрометра немного влево (ослабляя волос) и проверяют, возвращается ли она в начальное положение. Конец стрелки должен перемещаться вдоль шкалы вблизи нее, но, не задевая ее.

Волосной гигрометр подвергается проверке на пригодность использования его в качестве измерительного прибора.

Поверенный гигрометр снабжается поверочным свидетельством, в котором указывается только время поверки.

Волосной гигрометр является относительным прибором, но в зимнее время (при температурах ниже -10°C) он является основным прибором для определения влажности воздуха.



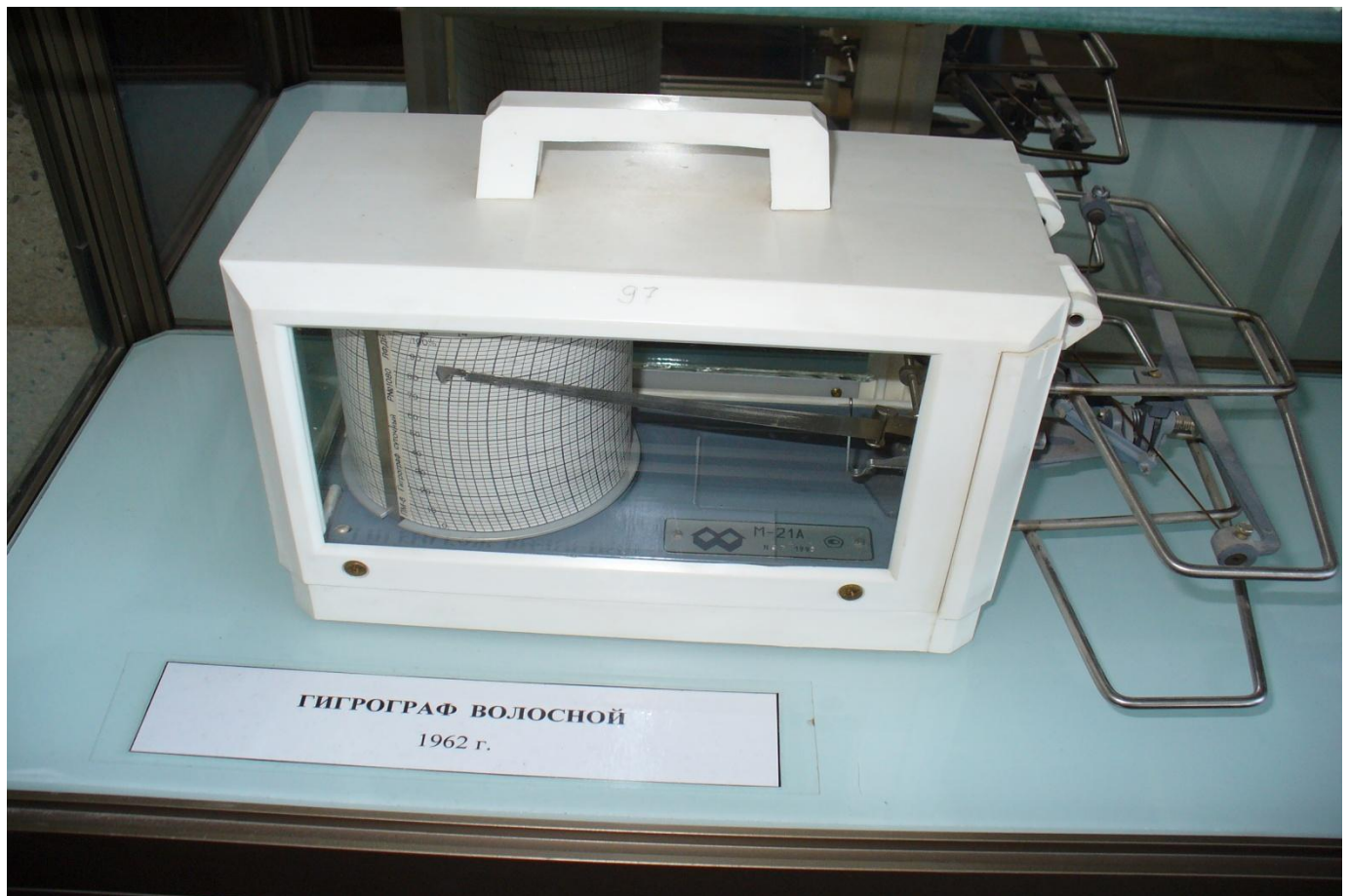
ГИГРОГРАФ ВОЛОСНОЙ

Для непрерывной регистрации изменений относительной влажности воздуха служат гигрографы. Выпускаемый промышленностью гигрограф метеорологический **М-21** может регистрировать относительную влажность воздуха (при температуре воздуха от -35 до $+55$ °С) от 30 до 100 %, с основной погрешностью $\pm(10-15)$ % влажности. Выпускаются суточные гигрографы (часовой механизм рассчитан на 26 ч работы) и недельные гигрографы (на 176 ч работы).

В волосном гигрографе датчиком влажности (чувствительным элементом) является пучок волос, который с двух концов закрепляется в цапфах кронштейна. Середина пучка надета на крючок, который с помощью специального устройства связан со стрелкой. Датчик защищен от повреждений каркасом из толстой проволоки.

Измерение относительной влажности приводит к изменению длины пучка волос, что в свою очередь приводит к перемещению стрелки с пером. Перо делает запись на бумажной диаграммной ленте барабана, внутри которого расположен вращающий его часовой механизм.

Металлическое перо заполняют чернилами, предназначенными для метеорологических самописцев.



НАБЛЮДЕНИЯ НАД АТМОСФЕРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

Атмосфера, окружающая земной шар, оказывает давление на поверхность земли и на все предметы, находящиеся над землей. В покое атмосфере давление в любой точке равно весу вышележащего столба воздуха, простирающегося до внешней периферии атмосферы и имеющего сечение 1 см^2 .

Атмосферное давление представляет собой гидростатическое давление столба атмосферы, обусловленное весом всех вышележащих слоев воздуха.

В метеорологии используют соотношение между единицами давления:

$1 \text{ гПа} = 1 \text{ мбар} = 0,75 \text{ мм.рт.ст.}$

$1 \text{ мм.рт.ст.} = 1,33 \text{ мбар} = 1,33 \text{ гПа}$

Нормальным атмосферным давлением называется атмосферное давление, равное весу столба ртути высотой 760 мм при температуре 0°C на широте 45° и на уровне моря. Это давление равно 1013,25 гПа.

Пространственное распределение атмосферного давления называется *барическим полем*.

На метеорологических станциях атмосферное давление измеряют главным образом с помощью ртутных барометров. Также используют деформационные барометры разных типов и барометры-анероиды. Наряду с измерением атмосферного давления на станциях производится непрерывная регистрация изменения атмосферного давления с помощью барографа, и определяют значение и характер барической тенденции. Значение барической тенденции определяют по измерению давления за три часа между сроками наблюдений, а ее характер – по виду кривой регистрации. Значения и характеристика барической тенденции используются при прогнозировании атмосферных процессов.

Виртуальной температурой называют такую температуру, которую должен иметь сухой воздух, чтобы плотность его была равна плотности влажного воздуха при том же давлении.

Виртуальная температура определяется по формуле:

$$T_v = T (1 + 0,378 e/p), [^\circ \text{K или } ^\circ \text{C}],$$

где T – температура воздуха в $^\circ \text{K}$ или $^\circ \text{C}$, e – парциальное давление водяного пара в гПа, p – давление воздуха в гПа.

БАРОМЕТРЫ ДЕФОРМАЦИОННЫЕ

Самым распространенным первичным преобразователем являются барокоробки (вакуумированные мембранные коробки), которые преобразуют изменение давления в линейное перемещение или усилие. Барокоробка представляет собой две круглые мембраны, сваренные по окружности. Атмосферное давление, сжимающее коробки, уравнивается силой упругости мембран. Если давление изменяется, мембраны и пружина деформируются и равновесие вновь восстанавливается. Мерой измерения давления служит величина перемещения жестких центров мембран относительно друг друга. Для повышения чувствительности деформационных барометров применяют несколько барокоробок, скрепленных между собой.

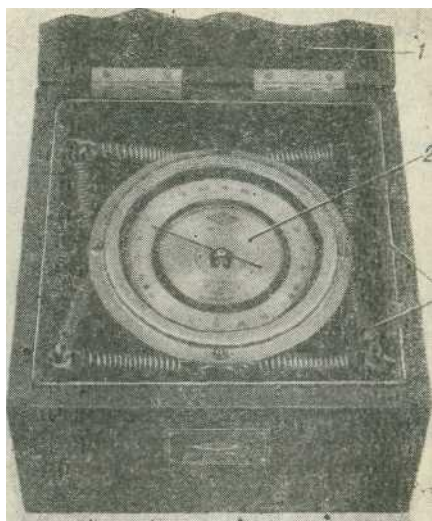
БАРОМЕТР-АНЕРОИД БАММ-1

Измеряет атмосферное давление в наземных условиях в пределах 600-800 мм.рт.ст. (800-1060 гПа).

Линейное перемещение мембран преобразуется передаточным механизмом в угловое перемещение стрелки. Чувствительный элемент барометра представляет собой блок из трех последовательно соединенных анероидных мембранных коробок, один конец которого неподвижен, а другой соединен со стрелкой прибора. При изменении атмосферного давления свободный конец бароблока перемещается и поворачивает промежуточную ось, которая через натянутую цепочку вращает ролик и ось со стрелкой прибора. Барометр предназначен для работы в помещении при температуре $-10 \dots 40^\circ \text{C}$.



БАРОМЕТР-АНЕРОИД М-67 (МД-49-2)



Измеряет атмосферное давление в пределах 610-790 мм.рт.ст. с погрешностью 0,8 мм. Чувствительным элементом прибора является блок анероидных мембранных коробок. При изменении атмосферного давления бароблок деформируется и с помощью передаточного механизма поворачивает центральную ось вместе со стрелкой, расположенной над зеркальной шкалой. Механизм прибора смонтирован в корпусе, который закреплен в футляре на пружинах амортизатора. Барометр применяется на открытом воздухе при температуре – 40...40 °С.

БАРОГРАФ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ М-22

Барограф может регистрировать атмосферное давление в пределах 780-1060 гПа при температуре воздуха -10...45 °С, с погрешностью 1-2 гПа.

Датчиком давления является блок барокоробок, из которых откачен воздух. Изменение давления нарушает равновесие – коробки либо сжимаются, либо расширяются. Нижнее основание блока коробок укреплено на плате прибора, а центр коробки через передаточную систему связан с металлической стрелкой. Изменение атмосферного давления приводит к изменению длины столбика барокоробок, перемещению его верхнего конца, которое передается стрелке с надетым на нее пером. Перо делает запись на бумажной диаграммной ленте, которой обернут барабан с расположенным внутри вращающим его часовым механизмом. Вся эта система смонтирована в пластмассовом корпусе. Металлическое перо заполняется специальными чернилами для метеорологических самописцев. Концы ленты зажаты на барабане плоской пружиной. Часовой механизм рассчитан на 180 ч хода. На ленте нанесена шкала, деления которой соответствуют: 2 гПа – между горизонтальными и 2 ч – между вертикальными линиями.



ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРА

Ветер представляет собой горизонтальное движение воздуха относительно земной поверхности и характеризуется скоростью и направлением перемещения.

Под скоростью ветра понимают расстояние, на которое перемещаются частицы воздуха за единицу времени; скорость ветра измеряется в метрах в секунду (V , м/с).

За направление ветра принимается то направление, откуда перемещается воздух. Направление ветра определяется углом между географическим меридианом и направлением на точку горизонта, откуда дует ветер. Направление измеряется в градусах от плоскости меридиана по ходу часовой стрелки от 0 до 360° или в румбах.

название	обозначение		градусы		цифры кода
	русское	международное	от	до	
Северо-северо-восток	CCB	NNE	12	33	02
Северо-восток	CB	NE	34	56	05
Востоко-северо-восток	BCB	ENE	57	78	07
Восток	B	E	79	101	09
Востоко-юго-восток	БЮВ	ESE	102	123	11
Юго-восток	ЮВ	SE	124	146	14
Юго-юго-восток	ЮЮВ	SSE	147	168	16
Юг	Ю	S	169	191	18
Юго-юго-запад	ЮЮЗ	SSW	192	213	20
Юго-запад	ЮЗ	SW	214	236	23
Западо-юго-запад	ЗЮЗ	WSW	237	258	25
Запад	З	W	259	281	27
Западо-северо-запад	ЗСЗ	WNW	282	303	29
Северо-запад	СЗ	NW	304	326	32
Северо-северо-запад	ССЗ	NNW	327	348	34
Север	С	N	349	11	36
Переменное	-	-	-	-	99
Штиль	-	-	-	-	00

При производстве метеорологических наблюдений измеряются средняя скорость ветра за 10 мин, максимальное значение за этот же интервал времени (скорость ветра при порывах) и направление ветра, а также максимальная скорость ветра между сроками. Направление ветра осредняется визуально — по непосредственному наблюдению его изменения, поэтому осреднение направления производится за 2 мин. Если на станции нет прибора с автоматическим осреднением скорости ветра за 10 мин, то приходится и скорость ветра осреднять по непосредственным наблюдениям за ее изменением. Такое осреднение приходится применять при определении скорости и направления по флюгеру.

Для измерения скорости ветра применяются приборы, основанные на преобразовании энергии ветрового потока в механическое вращение различного рода вертушек, ветровых колес или воздушных винтов и определении скорости вращения этих агрегатов — такого рода устройства для измерения скорости ветра называют вращающимися анемометрами. Анемометры обычно подразделяют на анемометры с вертикальной осью вращения и анемометры с горизонтальной осью вращения. К этой же группе приборов относятся термоанемометры, акустические (ультразвуковые) анемометры, ионизационные анемометры и др., каждый из которых основан на воздействии ветра на температуру нагретого тела, скорость распространения звука, или перенос ионизированных частиц. Все эти приборы измеряют скорость воздушного потока.

Другую группу приборов составляют устройства, измеряющие силовое воздействие воздушного потока на различные тела: пластины, шары, цилиндры и др. более сложной конфигурации. За этими устройствами не установилось какого-либо обобщающего названия, но

они принципиально отличаются от анемометров тем, что в результате измерения непосредственно получается сила ветра, которая зависит от плотности воздуха. К таким приборам относится широко применявшийся на сети флюгер Вильда (с легкой и с тяжелой доской), ветромер Третьякова и другие приборы того же рода.

К этим же приборам примыкают и приборы, измеряющие непосредственно динамическое давление ветрового потока (скоростной напор). Эти приборы составляют группу манометрических ветроизмерительных приборов. Из этих приборов на нашей сети применяется ураганомер.

Для измерения направления ветра в большинстве случаев применяются различные флюгарки, вращающиеся вокруг вертикальной оси и устанавливающиеся в потоке под воздействием ветра на ее хвостовую часть. Лишь в отдельных случаях применяются другие, более сложные устройства, которые обычно применяют на морских судах, где при измерениях (или при обработке результатов) необходимо исключать собственную скорость корабля.

АНЕМОМЕТРЫ ЧАШЕЧНЫЕ



Анемометр ручной чашечный МС-13 предназначен для измерения средней скорости ветра от 1 до 20 м/с.

Датчиком (чувствительным элементом) является четырех чашечная вертушка, закрепленная на вращающейся оси. Верхний и нижний концы оси опираются на агатовые подшипники. Снизу ось заканчивается червяком, связанным с редуктором, который передает движение трем стрелкам механизма. Циферблат счетного механизма имеет три шкалы: единиц, сотен и тысяч. Число оборотов вертушки пропорционально средней скорости ветра за выбранный интервал времени. Значение средней скорости ветра находят с помощью таблицы или графика (приводятся в поверочном свидетельстве анемометра).

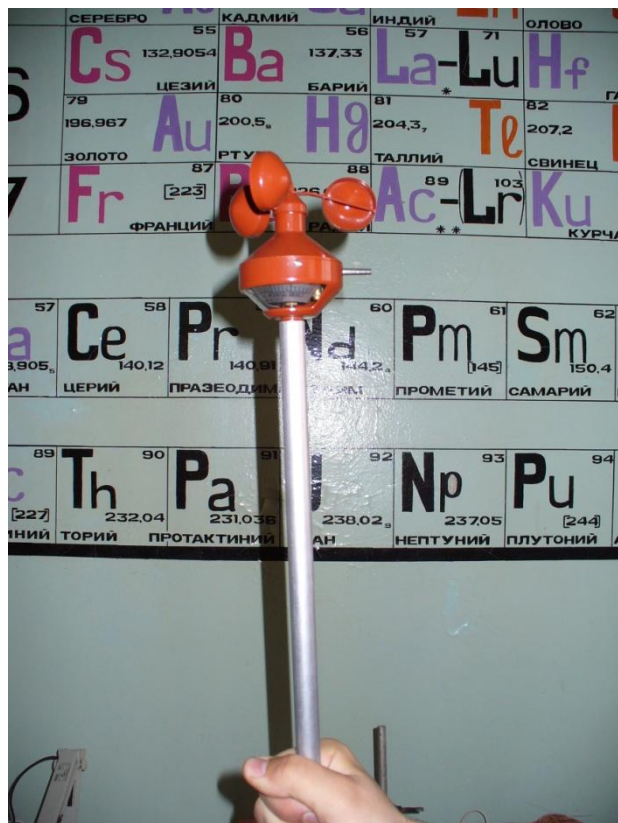
Включение и выключение счетного механизма производится арретиром.

При включении арретира триб (первая шестерня) счетного механизма входит в зацепление с червяком оси вертушки анемометра, и счетный механизм начинает счет числа оборотов вертушки.

Выключение счетного механизма производится поворотом арретира против часовой стрелки. При этом другой его конец с помощью пружины выводит ось из зацепления с трибом счетчика.

Механизм прибора смонтирован в пластмассовом корпусе. Внизу корпуса впрессован стальной штырь с нарезкой для закрепления прибора на месте. В корпусе прибора ввернуты два ушка, через которые пропускается шнурок для включения и выключения анемометра. Вертушка анемометра защищена от повреждений крестовиной из проволочных дужек.

Анемометр ручной индукционный АРИ-49 предназначен для измерения мгновенных значений скорости ветра от 2 до 30 м/с.



В этом приборе измерения угловой скорости вращения трех чашечной вертушки производится с помощью магнитоиндукционного тахометра.

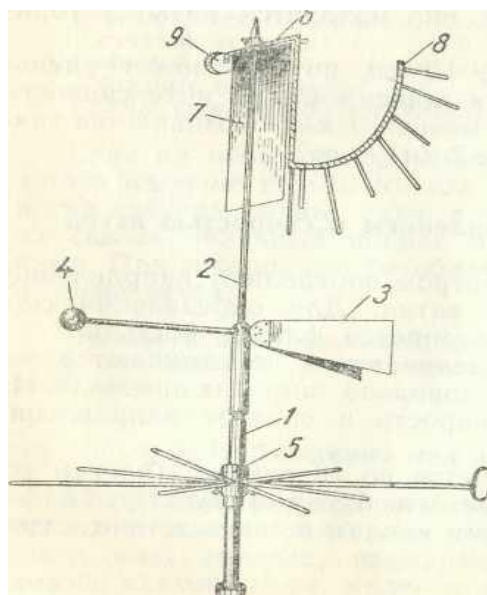
Чувствительным элементом является трех чашечная вертушка, закрепленная на вращающейся в подшипниках оси, на нижнем конце которой закреплена магнитная система (постоянный магнит, магнитопровод и температурный компенсатор).

В корпусе смонтирован и преобразователь угловой скорости в угол поворота стрелки, состоящий из металлического колпачка, расположенного в кольцевом зазоре между магнитом и магнитопроводом волоска и самой стрелки.

Скорость ветра определяется по положению стрелки относительно шкалы, закрепленной на плате и видной в окошечке в нижней части корпуса.

Прибор снабжен ручкой и специальным наконечником, который привертывается к анемометру вместо ручки, когда прибор устанавливается на шесте.

ФЛЮГЕР ВИЛЬДА



Этот прибор, предложенный Вильдом еще в конце 19 в., является одним из простейших по устройству. Он дает возможность измерять среднюю скорость, максимальные порывы и направление ветра, максимальные значения скорости ветра и характеристику его порывистости.

Флюгер имеет следующее устройство. На железный стержень 1 с закаленным концом надевается трубка 2 с флюгаркой 3. Под флюгаркой на том же стержне закреплена муфта 5 с восемью штифтами направлений стран света. Один из штифтов снабжен буквой С. По положению противовеса 4 флюгарки определяют, откуда дует ветер (его направление).

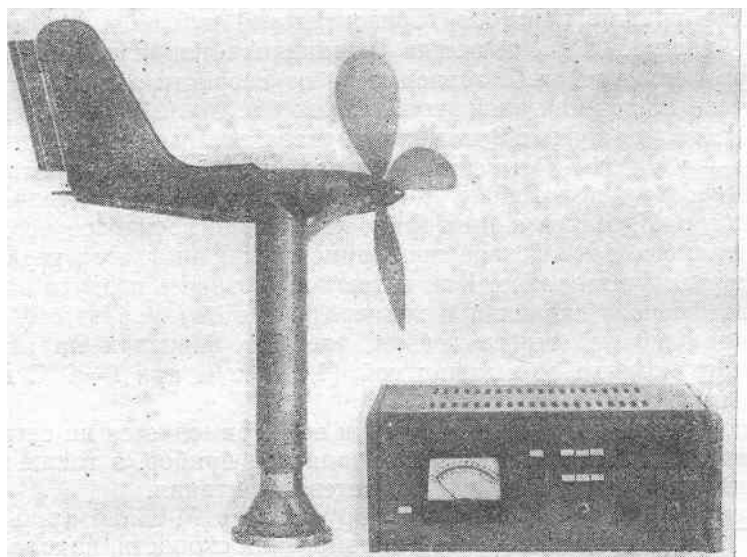
Скорость ветра определяется по отклонению доски 7 (пластинки). Железная доска 7 весом в 200 г или 800 г (размером 15х30 см) свободно вращается около горизонтальной оси.

Ось вращения доски всегда устанавливается перпендикулярно к направлению ветра. В зависимости от скорости ветра доска отклоняется на тот или иной угол. Положение отклоненной доски отсчитывается по дуге с 8 штифтами-указателями, причем штифты четные — длинные, а нечетные — короткие. Штифт, соответствующий отвесному положению доски, принимается за нулевой.

Флюгер относится к приборам, измеряющим силовое воздействие ветра. Это воздействие пропорционально плотности воздуха и квадрату скорости ветра. Как известно, плотность воздуха зависит от атмосферного давления и температуры воздуха. Поэтому и показания флюгера, строго говоря, требуют поправок на отличие плотности воздуха от стандартной (1,293 кг/м при $t = 0^{\circ}\text{C}$ и $p = 760$ мм рт ст).

Флюгер и до настоящего времени еще применяется на сети гидрометеорологических станций как запасной прибор, а также и как основной на тех станциях, где нет сетевого питания.

АНЕМОРУМБОМЕТР М-63М-1



Анеморумбометр является основным прибором для измерения скорости, направления ветра на сети гидрометеорологических станций. Прибор обеспечивает определение средней за 10 мин скорости ветра, мгновенного (текущего) ее значения с осреднением 3—5 с за счет инерционности датчика и измерительной схемы и направления ветра — также с осреднением за счет постоянной времени схемы. Прибор также позволяет определить максимальное значение мгновенной скорости ветра за промежутки времени между двумя последовательными отсчетами путем фиксирования максимального отклонения указателя мгновенной скорости.

Датчик анеморумбометра М-63-1 представляет собой анемометр с воздушным винтом и горизонтальной осью вращения, который устанавливается в потоке объемной флюгаркой. Число оборотов винта, пропорциональное скорости воздушного потока, преобразуется в последовательность импульсов. Частота следования импульсов или число импульсов за установленный интервал времени пропорциональны скорости вращения воздушного винта и, следовательно, скорости ветра. При этом частота следования импульсов будет пропорциональна скорости ветра в данный момент (мгновенной скорости), а число импульсов за 10 мин — средней скорости ветра за этот интервал времени.

Мгновенная скорость ветра отсчитывается по стрелочному прибору (миллиамперметру), который включен в схему измерения частоты. Число импульсов за 10 мин подсчитывается счетчиком, который включен в пересчетное устройство.

Для определения направления ветра в датчике четные импульсы имеют обратную полярность по отношению к нечетным, что позволяет различать эти две последовательности. Устройство формирования четных импульсов механически связано с флюгаркой, что и позволяет определить направление ветра.

ШКАЛА ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ СИЛЫ ВЕТРА (шкала Бофорта)

Скорость ветра оценивается визуально по его воздействию на окружающие наблюдателя предметы. В 1805 Фрэнсис Бофорт, моряк британского флота, для характеристики силы ветра на море разработал 12-балльную шкалу. В 1926 к ней были добавлены оценки скорости ветра на суше. В 1955, чтобы различать ураганные ветры разной силы, шкала была расширена до 17 баллов. Современный вариант шкалы Бофорта позволяет оценивать скорость ветра без использования каких-либо приборов.

Сила ветра, баллы	Визуальные признаки	Скорость ветра		Название ветра
		м/с	км/ч	
0	Спокойно, дым поднимается вертикально, вымпел и листья на деревьях неподвижны	0 – 0,2 (0)	0 – 1 (0)	Штиль
1	Направление ветра заметно по отклонению дыма, колышутся отдельные листья	0,3 – 1,5 (1)	1 – 5 (3)	Тихий
2	Ветер ощущается кожей лица, шелестят листья, колеблются флаги	1,6 – 3,3 (3)	6 – 11 (8)	Легкий
3	Листья и мелкие веточки находятся в постоянном движении, развеваются легкие флаги, высокая трава колеблется	3,4 – 5,4 (5)	12 – 19 (15)	Слабый
4	Ветер поднимает пыль и бумажки, раскачиваются тонкие ветви, по высокой траве пробегают волны	5,5 – 7,9 (7)	20 – 28 (24)	Умеренный
5	Качаются ветки и тонкие стволы, вытягиваются большие флаги	8,0 – 10,0 (9)	29 – 38 (33)	Свежий
6	Качаются толстые ветви, шумит лес, высокая трава временами ложится на землю, гудят телеграфные провода	10,1 – 13,8 (12)	39 – 49 (44)	Сильный
7	Качаются стволы деревьев, гнутся большие ветви, трудно идти против ветра, слышится свист ветра	13,9 – 17,1 (15)	50 – 61 (55)	Крепкий
8	Ломаются ветви деревьев, практически невозможно идти против ветра	17,2 – 20,7 (19)	62 – 74 (68)	Шторм
9	Небольшие повреждения строений, ветер срывает дымовые колпаки и черепицу с крыш, двигаются с места легкие предметы	20,8 – 24,4 (23)	75 – 88 (81)	Сильный шторм
10	Наблюдаются разрушения, деревья выворачиваются с корнями, на суше бывает редко	24,5 – 28,5 (27)	89 – 102 (95)	Буря
11	На суше бывает очень редко, сопровождается разрушениями на большом пространстве	28,5 – 32,6 (31)	103 – 117 (110)	Сильная буря
12 - 17	Катастрофические разрушения (Баллы 13–17 были добавлены Бюро погоды США в 1955 и применяются в шкалах США и Великобритании)	Свыше 32	Свыше 117	Ураган

НАБЛЮДЕНИЯ НАД ОБЛАЧНОСТЬЮ

Наблюдения над облачностью состоят из определения количества облаков, их формы и высоты над уровнем станции (место наблюдения). Количество и форма облаков определяются визуально, а высота облаков – визуально и инструментально.

При определении количества облаков оценивается степень покрытия небосвода облаками по 10-бальной шкале.

В зависимости от внешнего вида облаков снизу пользуются морфологической классификацией, основанной на различиях во внешнем виде и высоте облаков разных форм. В зависимости от высоты нижней границы облака разделяют на три яруса:

А – облака верхнего яруса – нижняя граница лежит выше 6000 м;

Б – облака среднего яруса – нижняя граница лежит между 2000 и 6000 м;

В – облака нижнего яруса – нижняя граница расположена ниже 2000 м и может начинаться от поверхности земли;

Г – облака вертикального развития – занимают по вертикали несколько ярусов, но нижняя граница лежит в нижнем ярусе.

При наблюдениях учитывают непрерывные, часто очень быстрые изменения облачности и переход облаков одних форм в другие. Необходимо следить за образованием, развитием и изменением облачности не только в сроки наблюдений, но и между сроками. Наблюдения следует проводить с такого места, с которого виден весь небосвод по возможности до горизонта.

Одновременно с определением количества и формы облаков необходимо отмечать наличие и интенсивность солнечного и лунного сияния. Сияние солнца и луны отмечается условными знаками в книжке КМ-1 в строке «Облачность» перед количеством общей облачности.

Условные знаки:

☉² - солнце совершенно открыто, тени от предметов отчетливы;

☉ – солнце закрыто тонкими облаками или дымкой, тени от предметов еще заметны;

☉⁰ – солнце слабо просвечивает сквозь облака, туман или мглу, теней от предметов нет;

☾ – лунное сияние во всех фазах;

○ - полнолуние;

☾², ○² – луна совершенно открыта;

☾, ○ – луна просвечивает сквозь тонкие облака или дымку;

☾⁰, ○⁰ – луна слабо просвечивает сквозь облака, туман или мглу.

При наличии на небе одновременно солнца и луны ставится только знак солнца. Отметка сияния делается всегда, когда светила видны, независимо от того, наблюдается ли ясное небо или солнце и луна просвечивают сквозь облачный покров или в просветах между облаками.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ЗАПИСЬ КОЛИЧЕСТВА ОБЛАКОВ

При наблюдениях определяется общее количество облаков всех ярусов, покрывающих весь видимый небосвод (общая облачность), и количество облаков только нижнего яруса (нижняя облачность). В книжку КМ-1 количество облаков записывается в баллах: сначала общее количество, затем – количество облаков нижнего яруса.

Количество облаков по всему видимому небосводу оценивается визуально по 10-балльной шкале. При полном отсутствии облаков или при наличии облаков, занимающих менее половины балла, записывается 0 баллов. Количество облаков, покрывающих приблизительно 0.1 часть небосвода, оценивается 1 баллом, 0.2 – 2 баллами, 0.3 – 3 баллами и т.д. При полном покрытии небосвода ставится 10 баллов.

При наличии в облаках просветов, общая площадь которых менее половины балла, цифра 10 (баллов) заключается в квадрат и запись имеет вид

10

 (читается «10 баллов с просветами»).

При оценке количества облаков, когда они занимают менее половины видимого небосвода, следует мысленно суммировать покрытые облаками части небосвода. Если количество облаков больше 5 баллов, т.е. облаками покрыто больше половины небосвода, удобнее суммировать площади, не занятые облаками, и полученную величину, выраженную в баллах, вычесть из десяти. Остаток покажет количество облаков в баллах.

Суммированию не подлежат просветы между отдельными облачными элементами (нитями, барашками, грядами), характерные для некоторых форм облаков. Если общее количество облаков равно 10 баллов, то при любом количестве просветов между облачными элементами в книжку КМ-1 записывается 10.

Если количество облаков менее 0.5 балла, то записывается количество 0 баллов, форма облаков и в скобках делается отметка «сл.» (следы). Запись при этом будет иметь вид: 0/0 *Cu* (сл.); 0/0 *Ci* (сл.).

Если при малом количестве облаков, особенно менее 1 балла, они сосредоточены у горизонта, это следует отметить в записи, указав направление, в котором видны облака, а если возможно, то определить и их форму. *Например: 0/0, на В у гориз. Облака: 0/0, на Ю у гориз. Сб; 1/0, на ЮВ у гориз. Ci.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ЗАПИСЬ ФОРМ ОБЛАКОВ

Определение форм облаков, их видов и разновидностей производится для всех облаков, имеющих на небосводе руководствуясь АТЛАСОМ ОБЛАКОВ. Форму облаков следует отмечать даже тогда, когда они по количеству составляют менее 0.5 балла. Разрешается не определять формы облаков, находящихся ниже 5-6 ° над горизонтом, при этом облака с резко выраженными очертаниями обязательно отмечаются.

Определение форм, видов и разновидностей облаков следует начинать с тех, которые занимают наибольшую часть небосвода, а затем переходить к следующим в порядке убывания их видимого количества. В книжку КМ-1 в строку «форма» формы облаков записываются отдельно по ярусам, причем облака каждого яруса записываются в порядке убывания их количества.

При отсутствии облаков нижнего яруса в строке для записи форм облаков среднего яруса следует указать еще и количество облаков среднего яруса. Количество облаков среднего яруса записывается и тогда, когда облаков нижнего яруса меньше 1 балла.

Запись форм, видов и разновидностей облаков в книжку КМ-1 производится сокращенными обозначениями, указанными в Атласе облаков.

При переходе облаков одной формы в другую записываются названия обеих облачных форм, причем название менее характерной формы заключается в скобки. Поскольку одинаковая разновидность облаков может относиться к различным видам, при записи наблюдений в книжку КМ-1 обязательно указывается вид облаков, к которому эта разновидность относится. Когда наблюдается несколько разновидностей одного и того же вида облаков в книжке КМ-1 указывается форма облаков и все разновидности. Форма указывается один раз, а разновидности разделяются между собой запятой.

МЕЖДУНАРОДНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЛАКОВ

Первая классификация облаков была разработана в 1803 году Говардом (в Англии) и в дальнейшем она уточнялась и дополнялась. В 1929-1932 гг. Международной облачной комиссией при участии советских метеорологов В.В. Кузнецова, П.А. Молчанова и др. эта классификация была существенно переработана. В основу новой классификации был положен морфологический признак, т.е. внешний вид облаков. В зависимости от внешнего вида все облака делятся на 10 форм (родов), а формы подразделяются на виды и разновидности.

А. Семейство облаков верхнего яруса – располагаются на высотах более 6 км:

I. Перистые облака

1. Перистые волокнистые:

- а) перистые когтевидные;*
- б) перистые хребтовидные;*
- в) перистые беспорядочные.*

2. Перистые плотные:

- а) перистые грозовые (послегрозовые);*
- б) перистые хлопьевидные*

II. Перисто-кучевые

1. Перисто-кучевые волнистые:

- а) перисто-кучевые чечевицеобразные.*
- 2. Перисто-кучевые кучевообразные:
- а) перисто-кучевые хлопьевидные.*

III. Перисто-слоистые

- 1. Перисто-слоистые волокнистые;
- 2. Перисто-слоистые туманообразные.

Б. Семейство облаков среднего яруса – располагаются на высотах 2-6 км:

IV. Высоко-кучевые

1. Высоко-кучевые волнистые:

- а) высоко-кучевые просвечивающие;*
- б) высоко-кучевые плотные, непросвеч;*
- в) высоко-кучевые чечевицеобразные;*
- г) высоко-кучевые неоднородные.*

2. Высоко-кучевые кучевообразные:

- а) высоко-кучевые хлопьевидные;*
- б) высоко-кучевые башенкообразные;*

- в) высоко-кучевые, образов. из кучевых;*
- г) высоко-кучевые с полосами осадков.*

V. Высоко-слоистые облака

- 1. Высоко-слоистые туманообразные.
- 2. Высоко-слоистые волнистые:
- а) высоко-слоистые просвечивающие;*
- б) высоко-слоистые плотные непросвеч;*
- в) высоко-слоистые, дающие осадки.*

В. Семейство облаков нижнего яруса – располагаются от земной поверхности до выс. 2 км:

VI. Слоисто-кучевые

1. Слоисто-кучевые волнистые:

- а) слоисто-кучевые просвечивающие;*
- б) слоисто-кучевые плотные, непросвеч;*
- в) слоисто-кучевые чечевицеобразные.*
- 2. Слоисто-кучевые кучевообразные:
- а) слоисто-кучевые башенкообразные;*
- б) слоисто-кучевые растекающ. дневн;*

- в) слоисто-кучевые растекающ. вечерн;*
- г) слоисто-кучевые вымеобразные.*

VII. Слоистые облака

- 1. Слоистые туманообразные.
- 2. Слоистые волнистые.
- 3. Слоистые разорванные:
- а) слоистые разорвано-дождевые.*

VIII. Слоисто-дождевые

Г. Семейство облаков вертикального развития – основание располагается на высоте облаков нижнего яруса, а вершины – на высоте среднего и верхнего яруса:

IX. Кучевые

1. Кучевые плоские, или «облака хорошей погоды»:

- а) кучевые разорванные.*
- 2. Кучевые средние.
- 3. Кучевые мощные:
- а) мощные кучевые с «шапочкой».*

X. Кучево-дождевые

1. Кучево-дождевые «лысые»:

- а) кучево-дождевые «лысые» с грозовым валом.*
- 2. Кучево-дождевые «волосатые»:
- а) кучево-дождевые «волосатые» с грозовым валом;*
- б) кучево-дождевые с наковальней;*
- в) кучево-дождевые плоские.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ОБЛАКОВ

Под *высотой облака* понимают высоту их нижней границы над поверхностью земли. Определение высоты нижней границы производится для облаков нижнего яруса и для облаков среднего яруса, если они расположены не выше 2500 м над уровнем станции. Нижняя граница облаков чаще всего бывает неровной, возможно также сочетание нескольких слоев облаков, расположенных на разных уровнях. Во всех случаях определяется высота самых низких облаков.

В случаях, когда на станции наблюдается туман, высота нижней границы облаков принимается равной нулю. При наличии просвечивающего тумана, дымки или мглы, когда можно определить количество облаков, высота нижней границы должна быть определена.

На наземных станциях высоту нижней границы облаков определяют инструментальным и визуальным способами. В инструментальном способе используют метод шаров-пилотов, триангуляционный метод с прожекторной установкой ПИ-45-1 и измеритель высоты нижней границы облаков ИВО-1М. Если инструментальным способом определить высоту облаков не предоставляется возможным, то высота нижней границы облаков оценивается визуально, руководствуясь Международной классификацией облаков и Атласом облаков.

Указания по визуальному определению высоты облаков

Умение оценивать высоту облаков «на глаз» достигается путем многократного сравнения глазомерных определений с результатом измерений. При глазомерной оценке высоты облаков наблюдатель смотрит невооруженным глазом на нижнюю поверхность облака и, выбрав на нем какой-либо рельефный, выделяющийся на общем фоне участок или точку, определяет высоту этого участка облака.

При определении высоты следует брать участок облаков, расположенный выше 45° над горизонтом, но так, чтобы, смотря на него, не приходилось слишком напрягаться. Полезно переводить глаз с наблюдаемого облака на предметы, расстояния до которых известны, и определить высоту облака путем сравнения ее с этими расстояниями. Более надежны глазомерные определения высоты облаков в тех случаях, когда имеются подходящие ориентиры местности (высокие здания, радиомачты, возвышения).

Если облака настолько близки к земной поверхности, что почти касаются верхушек леса, зданий и т.п., то следует отмечать как находящиеся на высотах менее 50 м и записывать <50м.

Результаты визуального определения высоты облаков записывают в книжку КМ 1 с округлением до 50 м.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ

Наблюдения над атмосферными осадками состоят из определения вида осадков, их интенсивности, времени выпадения и измерения количества выпавших осадков (сумм за период между двумя последовательными измерениями).

Вид осадков определяется визуально и записывается условными знаками, согласно классификации атмосферных явлений.

Количество осадков определяется высотой (в мм) слоя воды, образовавшегося на горизонтальной поверхности от выпавшего дождя, мороси, обильных рос, тумана, растаявшего снега, града, крупы и других при отсутствии стока, просачивания и испарения. Количество осадков измеряется при помощи осадкомера Третьякова.

На ряде станций производится регистрация интенсивности выпадающих жидких осадков с помощью pluviографа. При регистрации интенсивности жидких осадков определяется средняя интенсивность за каждые 10 мин выпадения осадков.

УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ

Осадки, выпадающие на земную поверхность

• - дождь	Δ - ледяная крупа
·	
∇ - ливневый дождь	
⊗ - морось	Δ - ледяной дождь
⊠ - снег	▲ - град
⊠	⋈ - снежные зерна
∇ - ливневый снег	
·	⋈ - снежная крупа
⊠ - мокрый снег	
∇	

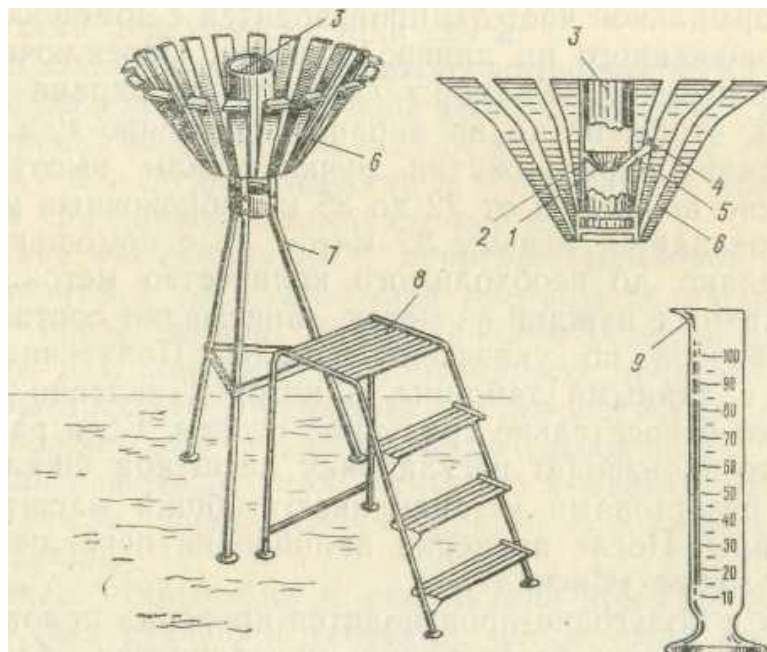
Осадки, образующиеся на поверхности земли и на предметах

 - роса	V - кристаллическая изморозь
∞ - гололед	□ - иней
∇ - зернистая изморозь	

Туманы

≡ - туман	↔ - ледяной туман
= - дымка	≡ - парение моря, озера, реки
≅ - поземный туман	

ОСАДКОМЕР ТРЕТЬЯКОВА



1 воронка, 2 диафрагма, 3 ведро, 4 колпачок 5 носик,
6 планочная защита, 7 подставка, 8 лестенка 9 измерительный стакан.

Осадкомер Третьякова состоит из сосуда для сбора осадков, ветровой защиты и мерного стакана. Ветровая защита предназначена для уменьшения завихрений, образующихся при ветре вокруг и внутри осадкомерного сосуда. Завихрения мешают свободному попаданию осадков в сосуд, что приводит к погрешности измерений. Количество осадков, попавших в сосуд, измеряют с помощью специального мерного стакана.

В комплект осадкомера входят два сменных ведра (осадкосборных сосуда), одна крышка к ведру, таган для установки ведра, планочная защита и измерительный стакан. Ведро осадкомера металлическое, высотой 40 см, с приемным отверстием 200 см^2 . Верхний край ведра упрочен жестким кольцом, что обеспечивает сохранность формы и площади приемного отверстия. Осадкомер вмещает 3,8 л воды, что соответствует 190 мм осадков. Внутри ведра впаена диафрагма. Летом для уменьшения испарения осадков из ведра в отверстие диафрагмы вставляется воронка с небольшим отверстием. Ведро имеет носик для слива собранных осадков, который закрывается колпачком. Ведро ставится в таган на выступы его ножек. Таган крепится болтами к столбу или подставке. Ветровая защита состоит из 16 (15) трапециевидных изогнутых по определенному профилю планок, подвешенных за ушки на металлическом кольце, которое с помощью четырех (трех) кронштейнов крепится вместе с таганом к столбу. Планки расположены на равном расстоянии друг от друга и скреплены между собой цепочками. Такое крепление позволяет им колебаться от порывов ветра, стряхивая при этом попавший на них снег. Верхние края планок должны находиться в одной горизонтальной плоскости с приемной поверхностью осадкомера.

Измерительный стакан служит для измерения осадков, попавших в ведро осадкомера. Его шкала имеет 100 делений. Цена деления 2 см^3 , что при площади приемного отверстия 200 см^2 соответствует 0,1 мм слоя осадков.

Осадкомер устанавливается на метеорологической площадке на деревянном столбе или на специальной металлической подставке так, чтобы приемная поверхность находилась на высоте 2 м над поверхностью земли.

В районах, где высота снежного покрова бывает выше 1 м, для установки осадкомера на зимний период необходимо иметь второй столб на 1 м выше столба, используемого в обычных условиях. Осадкомер следует переставлять на запасной столб при высоте снежного покрова более 60 см. Необходимо следить также за тем, чтобы снег не задерживался на планках защиты осадкомера, что особенно часто случается при выпадении мокрого снега.

Измерения количества собранных осадкомером осадков (независимо от того, заметил наблюдатель их выпадение или нет) производятся в установленные сроки. В срок наблюдения наблюдатель приносит из помещения станции пустое ведро, закрытое крышкой (во избежание попадания в него осадков), и заменяет им ведро, стоящее на тагане осадкомера. Затем с вновь установленного (пока пустого) ведра снимает крышку и закрывает ею снятое ведро с осадками. Измерение собранных осадков производится в помещении. Через носик ведра воду сливают в измерительный стакан, установленный на горизонтальную поверхность (на столе) и по положению уровня воды относительно его шкалы отсчитывают число делений стакана с осадками, округляя до целых делений. Если количество воды меньше половины первого деления стакана или если их в сосуде совсем не оказалось, то количество осадков считают равным нулю, однако учитывают, что осадки в этот день были, но в малых количествах. Если осадков окажется больше 100 делений, измерение следует производить частями, каждый раз записывая результат, а затем, суммируя (для контроля в скобках записывают число измерений).

Если осадки твердые или смешанные, то измерения производят только после того, как они полностью растают. Ускорять таяние нагревом ведра запрещается – это приводит к погрешности из-за испарения части осадков.

Сумму осадков за 12 ч или за сутки вычисляют как сумму результатов измерений за два, три или четыре срока.

При измерениях количества осадков с помощью осадкомера возникает погрешность за счет не учета смачивания ведра жидкими осадками и частично испарения осадков из ведра. Поэтому к результатам измерений в каждый срок вводят инструментальную поправку: для твердых осадков, выпавших в количестве более 0,1 мм, поправка + 0,1 мм, для жидких и смешанных осадков до 0,1 мм, поправка +0,1 мм, и более 0,1 мм, поправка +0,2мм.

Количество осадков записывается в книжку КМ-1 в соответствующую строку.

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА АТМОСФЕРНЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ

Наблюдения над атмосферными явлениями, происходящими на метеорологической станции и в пределах видимой окрестности, а также над общим состоянием погоды в срок наблюдений и между сроками производятся в течение суток непрерывно, визуально. При наблюдениях за атмосферными явлениями фиксируется время начала и окончания явления (часы и минуты), его интенсивность и измерения интенсивности. Атмосферные явления отмечают условными знаками, а состояние погоды в срок наблюдений и погода между сроками наблюдений – цифрами кода.

При наблюдении за состоянием погоды определяются погода в срок наблюдений **ww** и погода между сроками наблюдений **W**. Общее состояние погоды наблюдается непрерывно. В книжку КМ–1 записывается цифрами кода КН-01 характеристика погоды в срок наблюдений или в течение последнего часа перед сроком (**ww**) и характеристика погоды (**W**) между сроками.

Интенсивность явления оценивается визуально. Для обозначения применяются указатели:

2 – для сильного и очень сильного явления, 0 – для слабого.

Явление средней интенсивности записывается без указателя.

При большой интенсивности некоторые атмосферные явления становятся опасными.

ОПАСНЫМИ считаются атмосферные явления, когда при их наступлении необходимо принимать специальные меры для предотвращения серьезного ущерба, в том числе прекращать соответствующие виды работ. К этим явлениям относятся: плохая видимость, низкая облачность, сильный ветер (включая шквал, смерч, вихрь), гололедно-изморозевые явления, метели (при сильном ветре), гроза, град, ледяной дождь, закрытие облаками и туманом вершин гор и др.

ОСОБО ОПАСНЫМИ считаются такие атмосферные явления, которые по своей интенсивности, времени возникновения, продолжительности и площади распространения могут нанести (или уже нанесли) значительный ущерб, а также явления, которые могут вызывать стихийные бедствия.

Наблюдения над атмосферными явлениями следует производить круглые сутки, записывая в часах и минутах время начала и окончания явлений, при этом решающее значение придается виду явления, а не условиям, при которых явление наблюдается. Сходные по виду явления различаются по условиям, при которых они имеют место.

Окончанием явления следует считать момент его исчезновения. Интенсивность явления можно оценивать как по величине его (количество инея, росы и т.д.), так и по самому процессу явления (выпадения дождя, снега и т.д.). Указатели 0 и 2 следует ставить лишь тогда, когда явление действительно очень слабо или очень сильно. Если явление имело место лишь в окрестностях и совсем отсутствовало на станции, то запись заключается в прямые скобки, например [•] 1²⁰– 3⁰⁰. При шквале наблюдатель должен измерить скорость ветра и записать в книжку КМ-1, при этом запись может иметь вид: ▼ (10) 12⁴⁰. В скобках указана измеренная скорость ветра.

При выпадении града следует измерить диаметр крупных градин. Для этого в чистый прозрачный стеклянный сосуд собирают 10 градин при выпадении крупного града и 30 наиболее крупных градин при выпадении мелкого града. После того как градины растают, надо измерить количество растаявшей воды измерительным стаканом осадкомера, определив число делений стакана. По таблице 12.4, приведенной в Наставление гидрометеорологическим станциям и постам вып. 3 ч.1. находят средний диаметр градин, соответствующий определенному числу делений измерительного стакана.

За время начала грозы принят момент первого грома независимо от того, была ли видна молния или нет. За время прекращения грозы принимается момент последнего удара грома при условии, что в последующие 15 мин гром не повторился. При наблюдении над грозой определяется направление перемещения грозы, по восьми румбам. Если нельзя определить направление перемещения грозы, которая наблюдается в некотором отдалении от станции, нужно указать в каком направлении от станции наблюдается гроза.

Иногда при температуре поверхности земли и предметов близкой к 0° С, может наблюдаться одновременно образование росы и инея в различных местах. Это обстоятельство записывается в графу «Примечание» книжки КМ-1, а в строку «Атмосферные явления записываются оба явления с указанием времени их появления и исчезновения.

УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ АТМОСФЕРНЫХ ЯВЛЕНИЙ

• - дождь

·
∇ - ливневый дождь

⊗ - морось

⊠ - снег

⊠
∇ - ливневый снег

·
⊠ - мокрый снег
∇

Δ - ледяная крупа

△ - ледяной дождь

▲ - град

⋈ - снежные зерна

⋈
Δ - снежная крупа

⌒ - роса

∞ - гололед

∇ - зернистая изморозь

V - кристаллическая изморозь

□ - иней

≡ - туман

= - дымка

≅ - поземный туман

↔ - ледяной туман

≡ - парение моря, озера, реки

⤵ - поземок

⬆
- метель (вьюга, буран, пурга)

⤵
- метель с выпадением снега

⤵
- низовая метель

⚡
- гроза

⚡
- зарница

☀
- полярное сияние

▼ - шквал

S - пыльная буря

\$ - пыльный поземок

) (- смерч

ξ - вихрь

↔ - ледяные иглы

∞ - мгла

⋈
- мираж

∞ - гололедица

⊠ - снежный покров

Дата д.м.г..			Образец заполнения таблицы КМ – 1																																																
			Время (московское/ данного пояса)																																																
			7 ⁰⁰ /9 ⁰⁰			7 ³⁰ /9 ³⁰			8 ⁰⁰ /10 ⁰⁰			8 ³⁰ /10 ³⁰			9 ⁰⁰ /11 ⁰⁰			9 ³⁰ /11 ³⁰			10 ⁰⁰ /12 ⁰⁰			10 ³⁰ /12 ³⁰																											
виды	мост	объект,освещение,Е																																																	
		испр.отсчет км,цифр.кода																																																	
облачность	Кол-во/ высота нижн.границы		9			2-6 км			8			2-6 км			8			2-6 км			7			2-6 км			6			2-6 км			7			2-6 км			8			2-6 км									
	верхний		перст.куч.волнист.												перист.перепут.																																				
	средний																				высоко-кучев.						высоко-кучю						куч.средн.						выс.куч.непр.						кучев.средн.						
	нижний		сл.куч.непросв.						кучев.плоск.						сл.куч.непросв.						слоисто-кучев.						сл.куч.непросв.						сл.куч.просвеч.						кучев.плоские						кучев.дожд.						
Состояние погоды	м/у сроками WW																																						пасмурно												
	в срок W		пасмурно						туман, роса												дымка												дымка						морось						дождь						
	атмосферн. явления		≡						≡												=						=						☉ 12 ⁰⁰						☀ 12 ²⁰												
Темпер.поверхности	ТМ-3 или ТМ-10		12,7 °С			13,2 °С			13,6 °С			15,4 °С			16,2 °С			16,4 °С			15,8 °С			15,0 °С																											
	минимальн. спирт штифт		13,0 °С			6,0 °С			12,5 °С			6,0 °С			14,0 °С			6,0 °С			15,5 °С			6,0 °С			16,2 °С			6,0 °С			16,5 °С			6,0 °С			15,5 °С			6,0 °С			14,9 °С			6,0 °С			
	тах до всрях		12,0 °С			13,0 °С			13,0 °С			15,0 °С			15,4 °С			16,4 °С			15,4 °С			15,1 °С																											
	тах после встряхивания		11,4 °С			12,0 °С			12,0 °С			13,0 °С			12,0 °С			15,0 °С			14,4 °С			14,4 °С																											
Температ.воздуха			отсч	попр	знач	отсч	попр	знач	отсч	попр	знач	отсч	попр	знач	отсч	попр	знач	отсч	попр	знач	отсч	попр	знач	отсч	попр	знач	отсч	попр	знач	отсч	попр	знач	отсч	попр	знач	отсч	попр	знач	отсч	попр	знач	отсч	попр	знач							
	сух.термометр		15,1°	0,0	15,1°	15,2°	0,0	15,2°	15,6°	0,0	15,6°	17,1°	0,0	17,1°	17,1°	0,0	17,1°	18,4°	0,0	18,4°	18,4°	0,0	18,4°	17,1°	0,0	17,1°	16,2°	0,0	16,2°	16,2°	0,0	16,2°	16,2°	0,0	16,2°	16,2°	0,0	16,2°	16,2°	0,0	16,2°	16,2°	0,0	16,2°							
	смоч.термометр		14,0°	0,0	14,0°	14,0°	0,0	14,0°	14,2°	0,0	14,2°	14,2°	0,0	14,2°	15,2°	0,0	15,2°	16,2°	0,0	16,2°	16,2°	0,0	16,2°	16,2°	0,0	16,2°	16,2°	0,0	16,2°	16,2°	0,0	16,2°	16,2°	0,0	16,2°	16,2°	0,0	16,2°	16,2°	0,0	16,2°	16,2°	0,0	16,2°							
	ТМ-4		13,8°	0,1	13,9°	14,4°	0,1	14,5°	14,4°	0,1	14,5°	15,0°	0,1	15,1°	15,2°	0,1	15,3°	18,6°	0,1	18,7°	18,2°	0,1	18,3°	17,0°	0,1	17,1°	18,6°	0,1	18,7°	18,2°	0,1	18,3°	17,0°	0,1	17,1°	18,6°	0,1	18,7°	18,2°	0,1	18,3°	17,0°	0,1	17,1°							
Влажность	ТМ-9		13,9°	-0,2	13,7°	14,8°	-0,2	14,6°	14,6°	-0,2	14,4°	15,3°	-0,2	15,1°	15,5°	-0,2	15,3°	18,9°	-0,2	18,7°	18,7°	-0,2	18,5°	16,9°	-0,2	16,7°	18,9°	-0,2	18,7°	18,7°	-0,2	18,5°	16,9°	-0,2	16,7°	18,9°	-0,2	18,7°	18,7°	-0,2	18,5°	16,9°	-0,2	16,7°							
	Гигрометр психром.		f = 90%			f = 88%			f = 85%			f = 89%			f = 88%			f = 87%			f = 90%			f = 95%																											
	парц давл	относ влаж	15.1 гПа			88 %			15.0 гПа			87 %			14.7 гПа			83 %			13.6 гПа			79 %			15.8 гПа			81%			16.6 гПа			78 %			16.6 гПа			78 %									
дефиц насыщ		точка росы		2,1 гПа			13,1°С			2,3 гПа			13,0°С			3,0гПа			12,7°С			5,8 гПа			11,5°С			3,6 гПа			13,8°С			4,6 гПа			14,1°С			5,8 гПа			12,7°С			4,6 гПа			14,6°С		
Ве-тап	направл	скорост	ЮВ			1 м/с			ЮВ			2,5			ЮВ			2 м/с			ЮВ			2 м/с			Ю			2,5 м/с			ЮВ			3,0 м/с			Ю			3,5 м/с			ЮВ			1,5 м/с			
	максим. порыв		Штиль, 2 м/с						Легкий, 3 м/с						Легкий, 3 м/с						Легкий, 3 м/с						Легкий, 3 м/с						Легкий, 4 м/с						Легкий, 4 м/с						Штиль, 2 м/с						
Давление	термометр при барометре		18,5°С	0,0	18,5°С	18,5°С	0,0	18,5°С	18,0°С	0,0	18,0°С	20,0°С	0,0	20,0°С	20,0°С	0,0	20,0°С	20,5°С	0,0	20,5°С	19,5°С	0,0	19,5°С	19,5°С	0,0	19,5°С	20,5°С	0,0	20,5°С	19,5°С	0,0	19,5°С	19,5°С	0,0	19,5°С	19,5°С	0,0	19,5°С	19,5°С	0,0	19,5°С										
	отсчет барометра		726 мм.рт.ст.		965,5 гПа	726 мм.рт.ст.		965,5 гПа	727мм м.рт.ст.		966,9 гПа	727 мм.рт.ст.		966,9 гПа	726 мм.рт.ст.		965,5 гПа	728 мм.рт.ст.		968,2 гПа	726 мм.рт.ст.		965,5 гПа	726 мм.рт.ст.		965,5 гПа	728 мм.рт.ст.		968,2 гПа	726 мм.рт.ст.		965,5 гПа	726 мм.рт.ст.		965,5 гПа	726 мм.рт.ст.		965,5 гПа	726 мм.рт.ст.		965,5 гПа										
	виртуальная температура		286 К			288,1 К			288 К			287 К			287 К			288 К			286 К			286 К			288 К			286 К			286 К			286 К			286 К												
	давление на уровне моря																																																		
	барометрическая тенденция		0			0			0			0			+ 1			+ 3,6			0			0			- 1			- 3,6			+ 2			+ 2,7			- 2			-2,7			0			0			
Кол-во осадков																																																			
Подпись			Иванов			Иванов			Иванов			Иванов			Иванов			Иванов			Иванов			Иванов			Иванов			Иванов			Иванов			Иванов			Иванов			Иванов									

Контрольные вопросы

1. Чем погода отличается от климата?
2. Что собой представляют метеорологические величины и явления?
3. Что собой представляет метеорологическая площадка?
4. Какие факторы оказывают влияние на процессы нагревания и охлаждения почвы и водоемов?
5. Какими термометрами измеряют температуру поверхности почвы?
6. Какие факторы оказывают влияние на процессы нагревания и охлаждения воздуха?
7. Что влияет на амплитуду суточного и годового хода температуры воздуха?
8. Какими термометрами измеряют температуру воздуха?
9. Что собой представляет термическая стратификация атмосферы?
10. Назначение психрометрической будки.
11. Что называется конденсацией и сублимацией водяного пара?
12. Какими приборами измеряют влажность воздуха?
13. Каковы причины и условия образования росы, инея, гололеда, гололедицы?
14. Как классифицируются туманы по условиям образования?
15. Как классифицируются облака по семействам, формам?
16. Чем отличаются ливневые, обложные и морозящие осадки?
17. От чего зависит химический состав осадков?
18. Как производят наблюдения за снежным покровом?
19. Какими приборами измеряют количество выпавших осадков?
20. Как определяют количество, форму и высоту облаков?
21. Что называют нормальным атмосферным давлением, и в каких единицах выражают?
22. Что такое виртуальная температура?
23. Какими приборами измеряют атмосферное давление?
24. Какими приборами измеряют параметры ветра?
25. Как производят наблюдения за атмосферными явлениями?
26. Какое влияние оказывают атмосферные явления на метеорологическую дальность видимости?
27. Какое влияние оказывает антропогенная деятельность на состояние атмосферы?

Перечень учебных изданий, дополнительной литературы, Интернет-ресурсов

Основные источники:

1. Городецкий О.О. и др. Метеорология, методы и технические средства наблюдений. – Л.: Гидрометиздат, 1984 г.;
2. Гуральник И.И. и др. Метеорология. – Л.: Гидрометиздат, 1982 г.;
3. Закинян Р.Г. Динамическая метеорология. Общая циркуляция атмосферы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Г. Закинян, А.Р. Закинян. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 159 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63082.html>
4. Хромов С.П. Метеорология и климатология [Электронный ресурс] : учебник / С.П. Хромов, М.А. Петросянц. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012. — 584 с. — 978-5-211-06334-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54639.html>
5. Шевелев В.Я. Практическая метеорология = Practical meteorology [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Шевелев. — Электрон. текстовые данные. — Новороссийск: Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, 2015. — 157 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64855.html>

Дополнительные источники:

1. Атлас облаков. – Л.: Гидрометиздат, 1978 г.;
2. Психрометрические таблицы. – Л.: Гидрометиздат, 1981 г.
3. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам:
4. Выпуск 2, ч. II. – Л.: Гидрометиздат, 1975 г.;
5. Выпуск 6, ч. I, II, III. – Л.: Гидрометиздат, 1978 г.;
6. Выпуск 7, ч. I. – Л.: Гидрометиздат, 1973 г.
7. Брюхань Ф.Ф. Науки о Земле. – М.: Форум, 2011 г.;
8. Девисилов В.А. Науки о Земле. – М.: КноРус, 2010 г.;
9. Климов Г.К., Климова А.И. Науки о Земле. – М.: Инфра-М, 2012 г.;
10. Кислов А.В. Климатология. – М.: Академия, 2011 г.
11. Стернзат М.С. Метеорологические приборы и измерения. – Л.: Гидрометиздат, 1978 г.
12. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. – Л.: Гидрометиздат, 1974г.

Интернет-ресурсы:

1. <http://svgimet.ru> - ФГБУ «Уральское УГМС», г.Екатеринбург.
2. <http://www.meteorf.ru/> - Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).
3. www.izmiran.rssi.ru - Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн (ИЗМИРАН). Климатология и аэрономия средней и верхней атмосферы и гелиогеофизическая активность. Теоретические и наземно-космические исследования атмосферно-ионосферных связей. [Электронный ресурс].
4. iki@cosmos.ru. - Институт космических исследований (ИКИ РАН). Дистанционное исследование природной среды и экологический контроль. [Электронный ресурс]
5. gapgr@appl.sci-nnov.ru/ - Институт прикладной физики (ИПФ РАН). Исследование атмосферы радиофизическими методами. [Электронный ресурс]
6. <http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.html> - Данные радиозондирования со всего мира по аэрологии.
7. http://www.wmo.int/pages/index_ru.html - Всемирная метеорологическая организация;
8. <http://meteoinfo.ru/> - Гидрометцентр России.
9. <http://www.meteo.ru/> - ГУ «Всероссийский НИИ гидрометеорологической информации – Мировой центр данных».
10. <http://www.cao-rhms.ru/> - Центральная аэрологическая обсерватория.
11. <http://gismeteo.ru/> - прогноз погоды от Гидрометцентра.
12. <http://meteoclub.ru/> - форум о погоде и природе.