



### УЕ 3.7 Измерение атмосферного давления

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

При измерении атмосферного давления определяют:

- давления на уровне станции;
- давления, приведенного к уровню моря;
- значения барометрической тенденции;
- характеристики барометрической тенденции.

В соответствии с международной системой единиц измерения СИ основной единицей для измерения атмосферного давления является гектопаскаль (гПа).

Измерение атмосферного давления на уровне станции основано на определении силы, действующей со стороны атмосферы на единицу площади вакуумированного элемента.

Атмосферное давление, приведенное к уровню моря вычисляют по измеренному значению атмосферного давления, температуры и влажности воздуха.

Значение барометрической тенденции определяется как разность атмосферного давления на уровне станции в срок наблюдения и предыдущей срок (3 ч назад).

Характеристика барометрической тенденции определяется по виду кривой записи хода изменения атмосферного давления во времени на уровне станции.

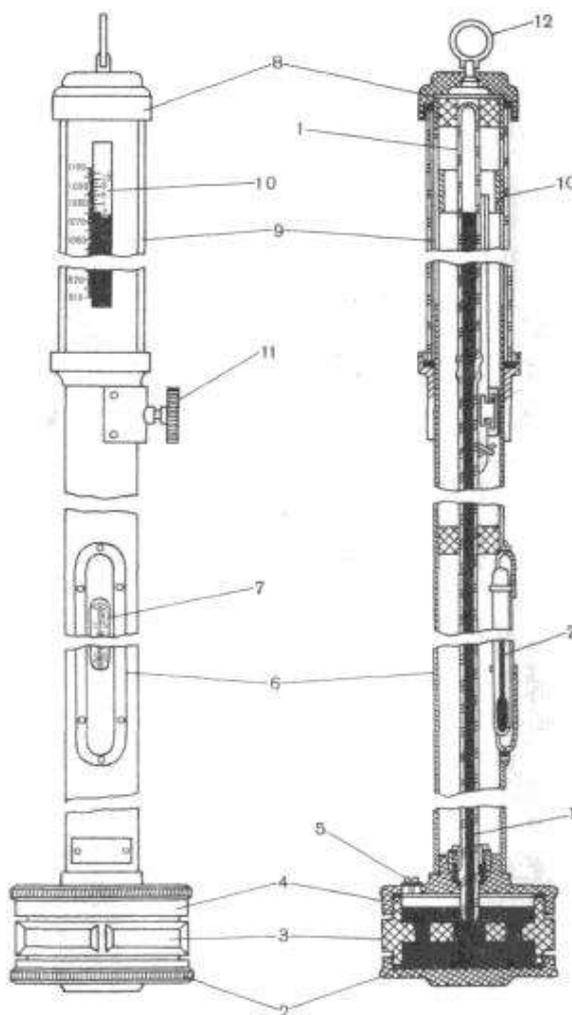
При производстве измерений применяют:

- барометр стационарный чашечный ртутный СР-А (для диапазона измерений 810—1070 гПа) и СР-Б (для диапазона 680—1070 гПа);
- барограф метеорологический М-22А.



**Барометр чашечный стационарный с компенсированной шкалой (рисунок 1).**

Барометрическая трубка этого барометра - калиброванная стеклянная, запаянная с верхнего конца, с внутренним диаметром 7,2 мм и длиной 800 мм - укреплена нижним открытым концом в крышке пластмассовой чашки. Чашка барометра состоит из трех свинчивающихся частей. Средняя часть имеет диафрагму с отверстиями, которая служит для гашения колебаний ртути, что исключает попадание воздуха в барометрическую трубку.



- 1 - стеклянная трубка; 2 - дно чашки; 3 - диафрагма чашки; 4 - крышка чашки; 5 - винт; 6 - металлическая оправа; 7 - ртутный термометр; 8 - крышка; 9 - стеклянная трубка; 10 - нониус, 11 - кремальера; 12 - кольцо

Рисунок 1 - Барометр стационарный чашечный ртутный



## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Иркутский гидрометеорологический техникум»

Трубка и чашка заполняются очищенной ртутью. Воздух из трубки до заполнения ее ртутью откачивается не менее чем до 10–5 гПа. С атмосферным воздухом барометр сообщается через отверстие в крышке чашки, закрывающееся винтом. Высота ртутного столба в стеклянной трубке измеряется по шкале, нанесенной в верхней части металлической защитной оправы (нуль шкалы совпадает с уровнем ртути в чашке). Сквозная прорезь позволяет видеть мениск ртутного столба в стеклянной трубке. В прорези при помощи кремальеры движется кольцо с укрепленным на нем нониусом.

Десять делений нониуса равны 19 делениям шкалы барометра. Благодаря этому можно производить отсчеты с точностью до десятых долей шкалы (деление нониуса, точно совпадающего с каким-либо делением шкалы, дает число десятых долей). Термометр, укрепленный еще в одной прорези защитной оправы, служит для определения температуры барометра. В верхней части оправы имеется кольцо для подвешивания барометра.

Барометры выпускаются двух модификаций: СР-А с пределами измерений 810...1070 гПа и СР-Б с пределами измерений 680...1070 гПа.

Барометр, установленный на станции, должен иметь паспорт завода-изготовителя, поверочное свидетельство и печать инспектора, установившего барометр или проводившего последнее сличение с инспекторским барометром, документ (письмо или телеграмма УГКС), подтверждающий постоянную поправку к барометру.

При производстве измерений по стационарному барометру должны соблюдаться следующие условия:

- барометр должен быть установлен в служебном помещении метеорологической станции в барометрическом шкафчике, укрепленном на капитальной стене;
- барометр должен висеть свободно, не касаясь чашкой стенок шкафчика;



## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Иркутский гидрометеорологический техникум»

- температура воздуха в помещении станции должна поддерживаться близкой к нормальной (от 15 до 20°C); недопустима температура ниже минус 5°C и выше 45 °C;
- запрещается установка барометра вблизи отопительных приборов, окон, дверей;
- для освещения трубки и шкалы барометра следует пользоваться электрической лампочкой мощностью не более 25 Вт, которая устанавливается за барометрическим шкафчиком. В исключительных случаях допускается использовать для освещения шкалы барометра электрический фонарик. Запрещается пользоваться спичками и свечами. Освещение барометра следует включать только на период производства измерений во избежание перегрева барометра;
- винт для сообщения чашки барометра с атмосферой должен быть отвинчен на один-два оборота. Необходимо следить за соблюдением этого условия после изменения положения барометра (например, после сотрясений, вытирания пыли на барометре и т. п.);
- под чашкой барометра следует установить керамический или стеклянный сосуд для сбора ртути, которая может вытекать из барометра в случае его неисправности;
- запрещается изменение местоположения барометра без специального указания УГМС.

Перед производством измерений (непосредственно перед сроком наблюдений) по стационарному барометру наблюдатель должен выполнить следующие подготовительные работы:

- открыть барометрический шкафчик;
- включить освещение барометра;



## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Иркутский гидрометеорологический техникум»

– проверить внешнее состояние барометра (вертикальность подвески, сохранность пломбы инспектора, положение винта, закрывающего отверстие чашки, и т. д.);

– оценить состояние ртути в стеклянной трубке барометра (чистота ртути, вид мениска);

– установить нормальную (выпуклую) форму мениска легким постукиванием по оправе барометра.

Измерения по барометру производятся после выполнения подготовительных работ в следующем порядке:

1) отсчитывается показание термометра при барометре с точностью до 0,1 °С;

2) вращением кремальеры поднимается кольцо с нониусом выше мениска ртути, затем нониус сверху вниз подводится до кажущегося соприкосновения его срезов с вершиной мениска ртути в барометрической трубке так, чтобы по обе стороны мениска видны были просветы. При подводке нониуса глаз наблюдателя должен быть расположен так, чтобы передний и задний срезы кольца нониуса совпадали;

3) производится отсчет по шкале барометра и нониусу с точностью до 0,1 единицы шкалы (целые и десятые доли гектопаскаля).

Ближайшее к нижнему срезу нониуса деление шкалы показывает значение давления в целых единицах. Десятые доли определяются по делению нониуса, которое наиболее точно совпадает с одним из делений шкалы. Цифра на этой черте нониуса выражает число десятых долей;

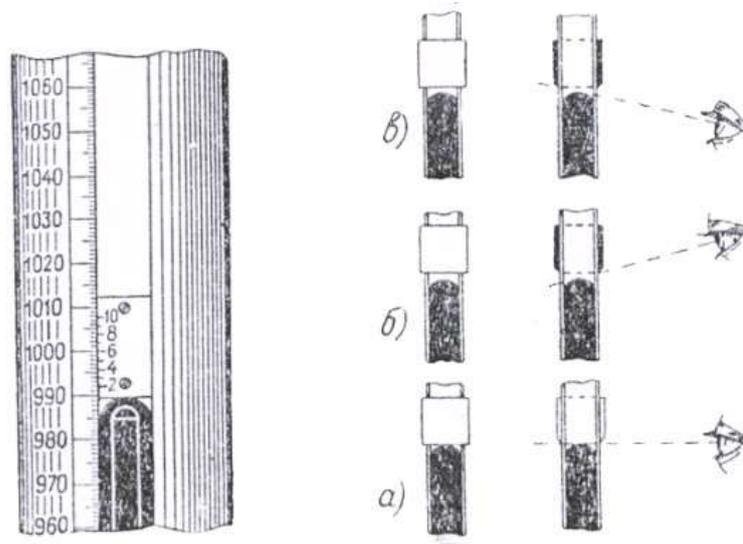
4) после отсчета положение нониуса оставляется неизменным до следующего срока наблюдений;

5) отсчеты по термометру при барометре и по шкале барометра записываются в соответствующие графы книжки КМ-1 сразу после измерений.



## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Иркутский гидрометеорологический техникум»



*Различное положение глаза при отсчете по барометру.  
а)- правильное; б) и в) - неправильное*

Рисунок 2 - Нониус стационарного чашечного барометра

*Обработка и запись результатов измерений.* Для определения атмосферного давления на уровне станции в отсчет по барометру вводится постоянная поправка и поправка на приведение показаний барометра к температуре  $0^{\circ}\text{C}$ ; в отсчет по термометру вводится сертификатная поправка.

Постоянная поправка представляет собой сумму инструментальной поправки и поправки на приведение показаний барометра к нормальной силе тяжести, зависящей от местоположения станции (географической широты и высоты над уровнем моря).

Постоянная поправка сообщается на станцию из УГМС и должна быть указана на первой странице книжки КМ-1, а также записана в соответствующую графу для каждого срока рядом с отсчетом по барометру.

Поправка на приведение показаний барометра к температуре  $0^{\circ}\text{C}$  определяется по таблице «Поправки для приведения показаний барометра к показаниям при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ . При нахождении поправки выполняется следующее:



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Иркутский гидрометеорологический техникум»

- отсчет по барометру округляется до десятков единиц (гПа);
- температура барометра округляется до 0,5 °С;
- находится поправка на приведение показаний барометра к температуре 0°С на пересечении графы «Показание барометра» и строки «Температура»;
- поправка записывается в соответствующую графу книжки КМ-1 для каждого срока.

<b>Давление</b>	<b>термометр при барометре</b>	отсчет температуры	поправка	исправленное значение
	<b>отсчет барометра</b>	отсчет по барометру	постоянная температурная	исправленное значение давления
	<b>виртуальная температура</b>	испр. значение сухого термометра	поправка для перехода к виртуальной температуре воздуха	исправленное значение (виртуальная температура)
	<b>давление на уровне моря</b>	давление на уровне моря		поправка для приведения давления к уровню моря
	<b>барометрическая тенденция</b>	вид кривой барометрической тенденции		величина барометрической тенденции

Значение поправки для приведения давления к уровню моря определяется по атмосферному давлению на станции и виртуальной температуре воздуха.

Для определения виртуальной температуры используются таблицы «Поправок для перехода к виртуальной температуре воздуха». На каждой станции используется та часть таблицы, которая соответствует наблюдаемому диапазону изменений температуры, влажности воздуха и атмосферному давлению на данной станции.

Значение барометрической тенденции вычисляется как разность значений атмосферного давления на уровне станции (с учетом поправок) в срок наблюдения и предыдущий срок (3 ч тому назад) с точностью до 0,1 гПа. Результат записывается в книжку КМ-1.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Иркутский гидрометеорологический техникум»

Пример записи атмосферного давления в КМ-1

Сроки наблюдений		15			18			21		
Давление	термометр при барометре	18,2	-0,1	18,1	27,0	-0,1	26,9	25,0	-0,1	24,9
	отсчет барометра	964,5	0,0 -1,7	962,8	965,6	0,0 -3,2	962,4	966,4	0,0 -2,8	963,6
	виртуальная температура	8,6	1,2	9,8	4,5	0,8	5,3	3,6	0,8	4,4
	давление на уровне моря	55,7 1018,6			56,7 1019,1			57,0 1020,6		
	барометрическая тенденция	↗ 2	0,8	↘ 8	0,4	↘ 3	1,2			

**Барограф метеорологический М-22АН** (рисунок 2) предназначен для регистрации атмосферного давления.

Датчиком давления (чувствительным элементом) является блок барокоробок. Каждая барокоробка состоит из двух сваренных круглых металлических мембран. Воздух из коробок откачан. Атмосферное давление, направленное на сжатие коробки, уравнивается силой упругой деформации мембран. Изменение давления нарушает равновесие — коробки или сжимаются, или расширяются. Нижнее основание блока коробок укреплено на плате прибора с помощью температурного компенсатора. Центр верхней коробки через передаточную систему связан с металлической стрелкой. Термокомпенсатор, который служит для исключения влияния температуры на показания прибора, представляет собой биметаллическую пластину.

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.



## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Иркутский гидрометеорологический техникум»

Металлическое перо заполняется специальными чернилами для метеорологических самописцев. Положение пера по вертикали может изменяться с помощью винта. Кнопкой можно сделать отметку (засечку) на ленте. Концы ленты зажаты на барабане плоской пружиной. Часовой механизм рассчитан на 180 ч. хода от одного полного завода, заводится ключом. Ход его можно регулировать через отверстие, закрытое пробкой.



Рисунок 2 - Барограф метеорологический М-22АН

На ленте нанесена шкала, деления которой соответствуют 2 гПа между горизонтальными линиями и 2 ч. — между вертикальными (при наблюдениях на станциях, как правило, применяются барографы с одним оборотом барабана за 176 ч.).

Барограф, установленный на станции, должен иметь поверочное свидетельство и паспорт с техническим описанием прибора.

При регистрации хода атмосферного давления с помощью барографа должны соблюдаться следующие требования:

- барограф должен быть установлен в служебном помещении горизонтально на специальной полке (столе и т. д.) с соблюдением требований к месту установки, температурному режиму помещения;



## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Иркутский гидрометеорологический техникум»

– часовой механизм барабана заводится регулярно один раз в неделю (понедельник) после производства наблюдений и передачи оперативной телеграммы в срок, ближайший к 14 ч поясного декретного (зимнего) времени. В то же время производится смена диаграммных бланков;

– часовой механизм необходимо регулировать, если часы спешат или отстают более чем на 10 мин в сутки.

Перед каждым сроком необходимо проверить горизонтальность установки барографа и качество записи на диаграммном бланке (не остановились ли часы, достаточно ли в пере чернил и т. д.).

Определение характеристики барометрической тенденции по барографу производится в следующем порядке:

1) сразу после отсчета по барометру делается отметка на диаграммном бланке с помощью специальной кнопки;

2) по виду записи на диаграммном бланке определяется характеристика барометрической тенденции в соответствии с типовыми видами, приведенными в коде КН-01. При этом учитывается запись за последние 3 ч;

3) характеристика барометрической тенденции записывается в соответствующую графу книжки КМ-1 в виде цифры кода.

Характеристика барометрической тенденции записывается в книжку КМ-1 цифрой кода с изображением вида кривой, полученной на диаграммном бланке барографа.

**Барометр рабочий сетевой БРС-1М** предназначен для измерения абсолютного давления воздуха в следующих диапазонах:

- 600 - 1100 ГПа (450 - 825 мм рт. ст.) (БРС-1М-1, БРС-1М2);
- 5 - 1100 ГПа (3,75 - 825 мм рт. ст.) (БРС-1М-3).



## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Иркутский гидрометеорологический техникум»



Рисунок 3 - Барометр рабочий сетевой БРС-1М

Технические характеристики:

Характеристики	Значения
Предел допускаемой погрешности, Па:	
- БРС-1М-1	$\pm 33$
- БРС-1М-2, БРС-1М-3	$\pm 20$
Время технической готовности, мин, не более	2
<b>Питание:</b>	
- от сети переменного тока напряжением, В	220
- от источника постоянного тока напряжением, В	12

Барометр типа БРС-1 имеет уникальную конструкцию, содержащую высокостабильный вибрационно-частотный датчик давления с температурной компенсацией.

Первичным измерительным преобразователем давления в БРС-1М является модуль давления. Модуль давления представляет собой вибрационно-частотный преобразователь абсолютного давления в частоту на базе тонкостенного цилиндрического резонатора, содержащего в себе датчик температуры в виде термочувствительного кварцевого резонатора.



## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области  
«Иркутский гидрометеорологический техникум»

Барометр работает следующим образом: под воздействием атмосферного давления меняется выходная частота, формируемая модулем давления и автогенераторной схемой, а под воздействием температуры окружающей среды меняется выходная частота, формируемая датчиком температуры и автогенераторной схемой. Эти выходные частоты поступают в частотный преобразователь. Далее информация об измеренном давлении и температуре, преобразованная в цифровые коды, вводится в программируемый контроллер, который по поступившим данным вычисляет значение измеренного давления. Вычисленное значение давления контроллер передает на индикатор на лицевой панели БРС-1М.

БРС-1М обеспечивает цифровую индикацию измеренного значения давления. Техник-метеоролог имеет возможность выбрать единицы измерения атмосферного давления: гектопаскаль или миллиметр ртутного столба с помощью кнопки переключения единиц измерения.