

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОНОМИИ И ЭКОЛОГИИ**

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО АГРОМЕТЕОРОЛОГИИ

Часть 1. Метеорологические приборы (учебное пособие)



**Благовещенск
Издательство ДальГАУ
2014**

УДК. 555.5(072)

Лабораторный практикум по агрометеорологии. Часть 1 Метеорологические приборы: учебное пособие. – Благовещенск: ДальГАУ, 2014. – 83 с.

Составлены к.б.н., доцентом кафедры «Садоводство, селекция и защита растений» Стокоз С.В.

Лабораторный практикум составлен в соответствии с действующей программой по курсу «Агрометеорология» для студентов агрономических направлений.

В учебном пособии изложено устройство метеорологических приборов, методы и способы наблюдений за метеорологическими параметрами, приведены расчетные формулы и таблицы.

Рецензент: Т.П. Колесникова, канд.биол.наук

Рекомендовано к изданию методическим советом факультета агрономии и экологии Дальневосточного государственного аграрного университета (Протокол № 4 от 23 декабря 2013 года)

Издательство ДальГАУ

2014

Содержание	стр.
<u>Тема 1 Организация и работа метеорологических станций и постов</u>	4
<u>Тема 2 Измерение лучистой энергии (актинометрические наблюдения)</u>	12
<u>Тема 3 Температура воздуха и почвы</u>	35
<u>Тема 4 Определение характеристик влажности воздуха</u>	50
<u>Тема 5 Измерение количества выпавших атмосферных осадков и запаса воды в снежном покрове</u>	59
<u>Тема 6 Измерение скорости и направления ветра</u>	72
<u>Тема 7 Атмосферное давление</u>	78
Список литературы	83

ТЕМА 1 ОРГАНИЗАЦИЯ И РАБОТА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ПОСТОВ

1 Метеорологические станции и посты

В метеорологии основной метод исследований - наблюдение за метеорологическими элементами (солнечная радиация, температура, влажность воздуха, осадки, давление, ветер).

Для измерения метеорологических величин на территории России создана сеть метеорологических станций и постов, оснащенных соответствующими приборами и установками. Сбор метеорологической информации осуществляется с помощью автоматических, телеметрических и радиометрических станций, авиации и искусственных спутников Земли.

Все метеорологические станции подчиняются Росгидромету. В состав его входят республиканские, территориальные управления бюро погоды. Например, метеостанции Амурской области подчиняются Амурскому областному гидрометцентру, который, в свою очередь, подчиняется Дальневосточному управлению гидрометслужбы (г. Хабаровск). Дальневосточное управление имеет прямое подчинение Росгидромету (г. Москва).

В зависимости от объема выполняемой работы метеорологические станции подразделяются на три разряда (I, II, III), а по содержанию работы - на основные и специальные. К специальным относятся станции и посты, обслуживающие отдельные отрасли народного хозяйства, например, агрометеорологические, аэрологические, гидрологические и др.

Для обеспеченности сравнимости между собой все метеорологические станции ведут наблюдения по специальным наставлениям и инструкциям, по однотипным приборам и в определённое время.

Агрометеорологические станции являются специализированными исследовательскими станциями, изучающими агрометеорологические условия и их влияние на сельскохозяйственное производство с учетом его специализации в различных почвенно-климатических зонах.

Основным принципом агрометеорологических наблюдений является сопряженность (параллельность) наблюдений за погодой, с одной стороны, и за развитием, ростом и состоянием сельскохозяйственных растений – с другой.

2 Метеорологическая площадка

Наблюдения за метеорологическими элементами проводятся на метеорологической площадке, которую располагают на ровном, открытом участке, типичном для района, чтобы полученные данные наблюдений характеризовали окружающую территорию.

Метеорологическая площадка должна иметь форму прямоугольника, стороны которого направлены с севера на юг и с запада на восток. Стандартная площадка имеет размер 26х26 м (допускаются минимальные размеры 20х16 м). Станции, ведущие наблюдения за солнечной энергией, имеют площадки 26х36 м. Размеры площадки метеопоста 6х5 м.

Участок для метеорологической площадки отгораживают изгородью из металлической сетки или проволоки. Калитку для входа на площадку делают с северной стороны. Всё вспомогательное оборудование (ограда, будки, подставки, столбы и пр.) красится в белый цвет для предохранения его от перегрева прямыми солнечными лучами.

Приборы на метеорологической площадке устанавливают в определённом порядке (рис. 1) на расстоянии 4 - 6 м друг от друга и от ограды.

На площадках необходимо сохранять естественный покров - зимой снежный, летом травяной. При высоте более 20 см траву скашивают и немедленно убирают с площадки.

При выборе места для площадки метеопоста придерживаются требований, предъявляемых к площадке метеорологических станций. Основная установка площадки - будка Селянинова (рис. 2), в которую помещают минимальный и максимальный термометры. По сумме

минимальной и максимальной температуры, деленной на два, можно вычислить среднесуточную температуру.

$$T_{\text{ср.}} = \frac{T_{\text{мин.}} + T_{\text{макс.}}}{2}.$$

Погрешность в измерениях в сравнении не превышает $0,5^{\circ}\text{C}$, что вполне приемлемо для пользования этой величиной в практических целях.

Некоторые метеорологические измерения проводят за пределами метеорологической площадки. Например, высоту снега, испарение измеряют на полях, в лесах, атмосферное давление - в служебных помещениях метеостанций.

3 Сроки и порядок наблюдений

Для обеспечения сравнимости и однородности результатов наблюдений метеорологических станций необходимо соблюдать сроки и порядок наблюдений. На всех метеорологических станциях СНГ наблюдения проводят восемь раз в сутки одновременно в 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18 и 21 ч по московскому декретному времени, которое на 1 ч больше поясного. Для перехода от поясного времени к декретному поясное время увеличивают, а от декретного к поясному - декретное время уменьшают на час.

Для определения времени в пунктах, расположенных в различных часовых поясах, для перехода от одного времени к другому необходимо знать долготу места этих пунктов и поясное или декретное время одного из них.

Для расчёта пользуются следующими соотношениями:

360° (угловых) соответствуют 24 ч; 15° (угловых) 1 ч;

1° (угловой) 4 мин; $1'$ (угловая) 4 с

Во все сроки измеряют температуру воздуха и почвы, влажность воздуха, скорость ветра и его направление, метеорологическую дальность видимости, атмосферное давление, определяют характеристики облачности. Другие величины, не имеющие хорошо выраженного суточного хода, определяют не во все сроки и даже между сроками. Так как произвести

измерение всеми приборами точно в срок наблюдений нельзя, принято при восьмичасовых наблюдениях температуру и влажность воздуха измерять за 10 мин., а давление воздуха - за 2 мин до срочного часа. Все остальные измерения начинают за 30 мин до срока и заканчивают после срока. Общая продолжительность наблюдений составляет 30-40 мин.

На метеорологических постах можно проводить наблюдения один раз в сутки, но срок наблюдений должен совпадать с одним из сроков наблюдений на метеорологических станциях (например, 09 или 12 ч по московскому декретному времени).

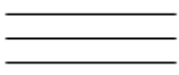
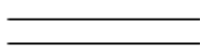
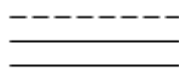

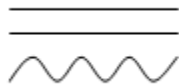
4 Условные знаки атмосферных явлений

Атмосферные явления, наблюдаемые в нижней части тропосферы и у земной поверхности, оцениваются на метеорологических станциях визуально, при этом регистрируют начало и конец явления, а также его интенсивность. В наблюдательской книжке осадки и другие атмосферные явления записывают при помощи условных обозначений:

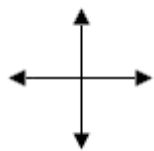
ОСАДКИ

●	обложной дождь	✱	обложной мокрый снег
◊	ливневый дождь	✱ ◊	ливневый мокрый снег
⋅	морось	✱	снежная крупа
✱	обложной снег	△	снежные зерна
✱ ◊	ливневый снег	△	ледяная крупа
△	ледяной дождь	∞	гололед
▲	град	∇	кристаллическая изморозь
◐	роса	∇	зернистая изморозь
□	иней		

ТУМАНЫ

	туман		дымка
	просвечивающий туман		ледяной туман
	поземный туман		

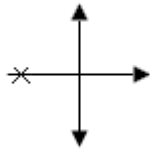
МЕТЕЛИ



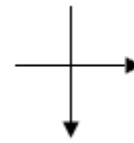
метель
(вьюга)



метель с
выпадением
снега



низовая
метель



поземок

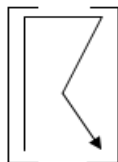
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ



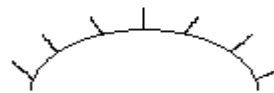
близкая гроза



зарница



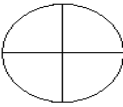
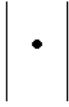
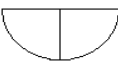
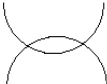



отдаленная гроза




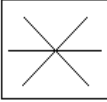






полярное сияние

ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

	радуга		венец вокруг луны
	круг вокруг солнца (гало)		столбы около солнца
	круг вокруг луны (гало)		мираж
	венец вокруг солнца		

РАЗЛИЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

	шквал		мгла
	вихрь		снежный покров
	смерч		ледяные иглы
	пыльная буря		гололедица

Интенсивность атмосферных явлений определяют визуально и обозначают следующим образом. При явлениях слабой силы ставится показатель ⁰, при явлениях большой интенсивности - показатель ², отсутствие показателя около знака атмосферного явления соответствует средней интенсивности.

- Например:
- ⁰ – слабый дождь
 - ² – сильный дождь
 - – дождь средней силы

Пример записи в наблюдательской книжке:

$\nabla 9^{07} - 9^{55}, \bullet^0 9^{50} - 10^{54}, \nabla^{\circ} 10^{55} - 11^{15}$

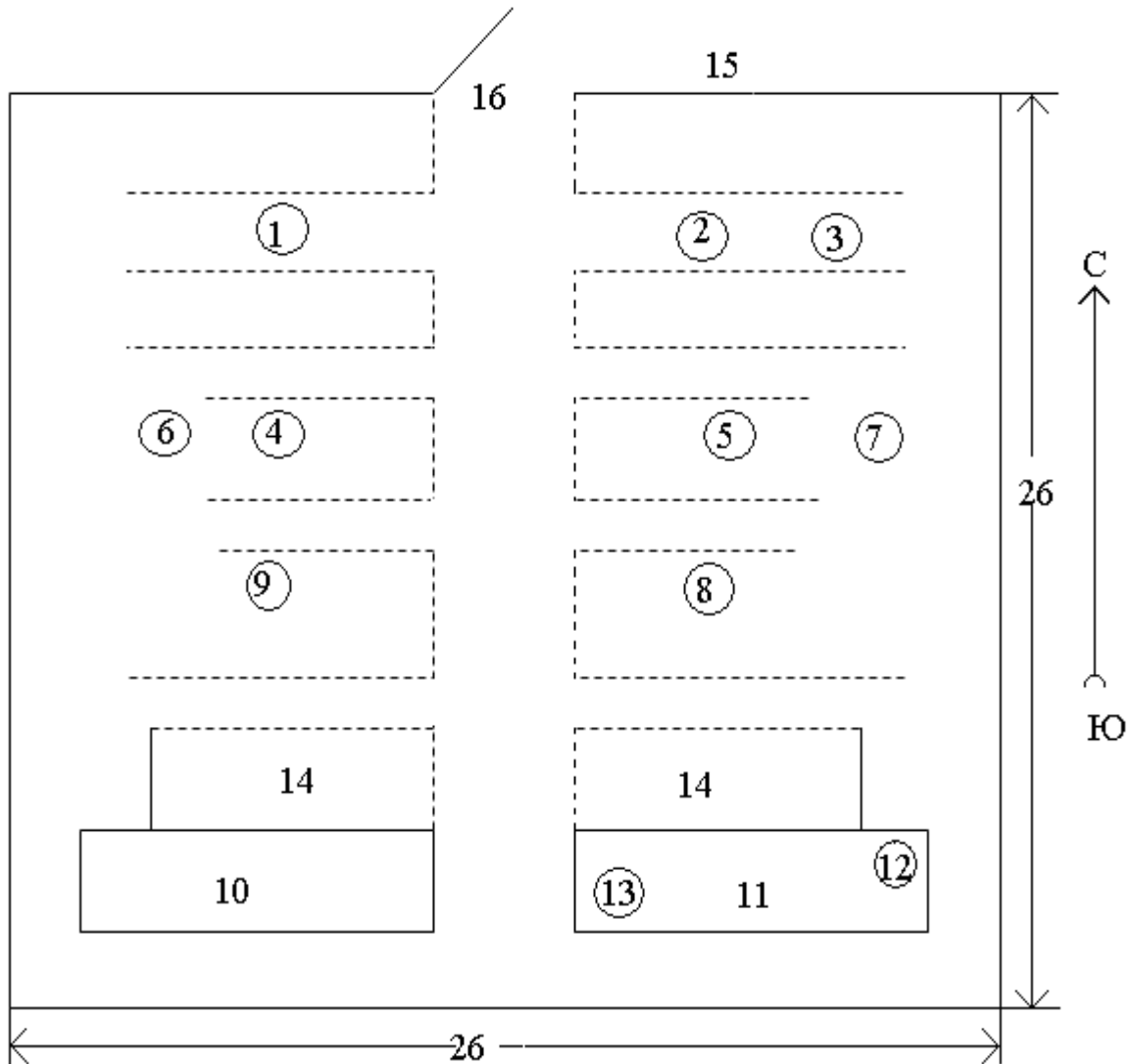


Рис. 1. План метеорологической площадки метеостанции

1 – флюгер с легкой доской или анеморумбометр, 2 – флюгер с тяжелой доской, 3 – гололедный станок, 4 – психрометрическая будка, 5 – будка для самописцев, 6 и 7 – дополнительные будки, 8 – осадкомер, 9 – плювиограф, 10 – оголенный участок для напочвенных и коленчатых термометров, 11 – участок для вытяжных термометров, 12 – мерзлотомер, 13 – снегомерная рейка, 14 – места для актинометрических наблюдений, 15 – ограда, 16 – калитка

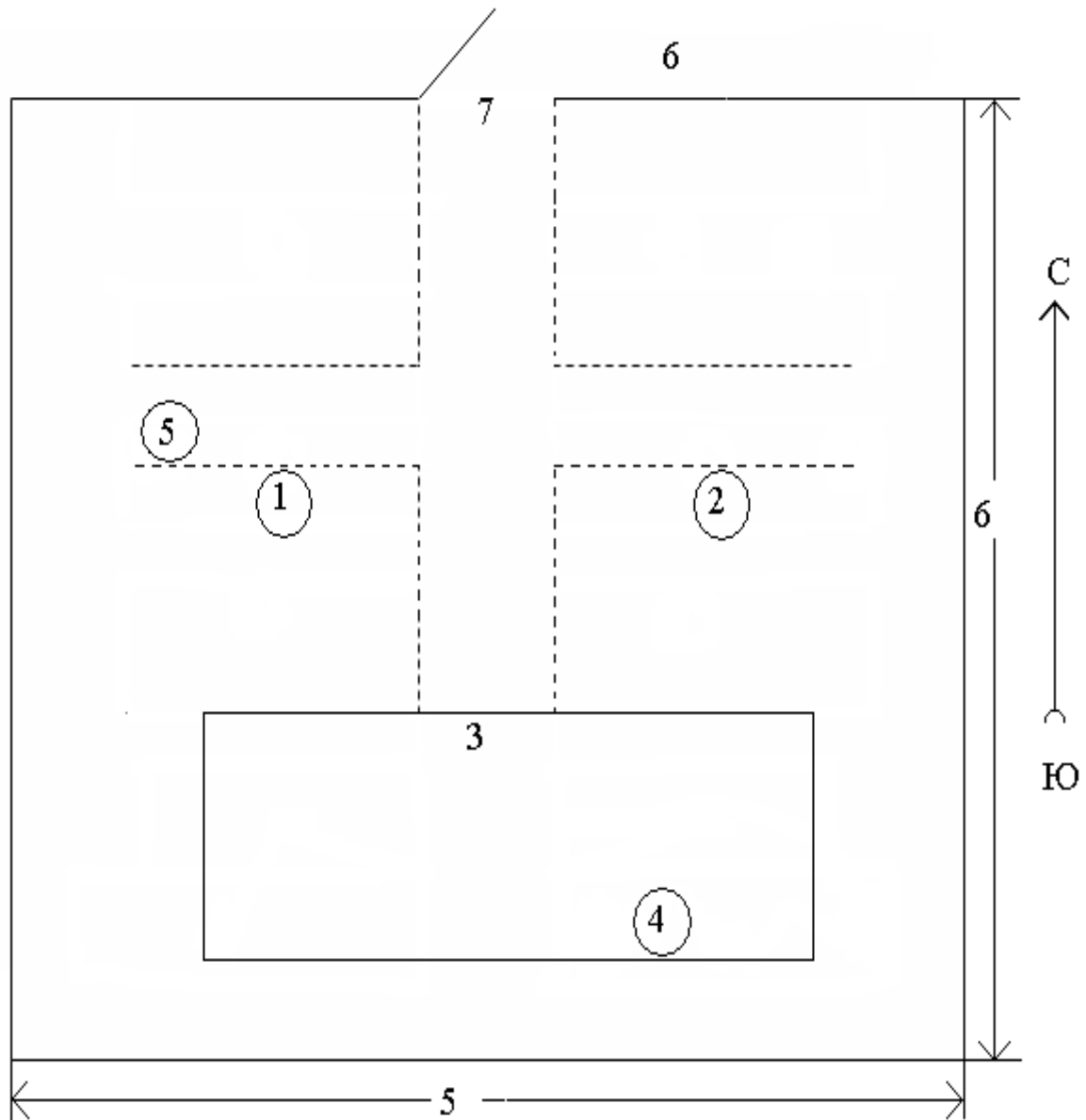


Рис. 2. План метеорологической площадки агрометеопоста

1 – будка Селянинова, 2 – осадкомер, 3 – оголенный участок для почвенных термометров, 4 – снегомерная рейка, 5 – столб для аспирационного психрометра, 6 – ограда, 7 – калитка

ТЕМА 2 ИЗМЕРЕНИЕ ЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ (АКТИНОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ)

Солнечная радиация является одним из важнейших метеорологических элементов. Жизнь на Земле во всем многообразии обусловлена солнечной радиацией. Особенно важную роль играет солнечная радиация в биологических процессах.

Рост и развитие растений происходят в результате использования тепла и света. Поэтому сельскохозяйственное производство возможно при определенном минимуме солнечной радиации. Так как для растений важно не только количество, но и качество солнечной радиации, то в сельском хозяйстве необходимо учитывать как радиационный баланс в целом, так и отдельные виды радиации.

Виды лучистой энергии и единицы измерения

Прямая солнечная радиация (S) — это часть солнечной энергии, доходящая до земной поверхности в виде пучка параллельных лучей.

Интенсивность прямой солнечной радиации измеряется количеством тепла в калориях, поступающего в 1 минуту на 1 см^2 абсолютно черной поверхности, перпендикулярной солнечным лучам. В Международной системе единиц интенсивность солнечной радиации выражается в джоулях на 1 м^2 в секундах: $1 \text{ кал/см}^2 \text{ мин} = 698 \text{ Дж/м}^2\text{с}$.

Интенсивность прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность (S_I) вычисляют по формуле:

$$S_I = S \sin h,$$

где S — интенсивность прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность, S_I — интенсивность солнечной радиации на горизонтальную поверхность,

h — высота солнца над горизонтом.

Рассеянной радиацией (D) называется часть солнечной энергии, которая поступает на земную поверхность после рассеяния солнечной радиации атмосферой и взвешенными в ней частицами.

Интенсивность рассеянной радиации измеряется количеством тепла в калориях, поступающего на 1 см^2 абсолютно черной горизонтальной поверхности в 1 минуту, или выражается в процентах по отношению к прямой солнечной радиации.

Суммарной радиацией (Q) называется сумма прямой и рассеянной солнечной радиации, падающей на горизонтальную поверхность,

$$Q = S_I + D.$$

Суммарная радиация составляет приходную часть радиационного баланса подстилающей поверхности.

Отраженной радиацией (R) называется часть суммарной радиации, отраженной от земной поверхности.

Отраженная радиация измеряется количеством тепла в калориях, поступающего на 1 см^2 абсолютно черной горизонтальной поверхности, обращенной к Земле, в 1 минуту.

На практике измеряют чаще отражательную способность, или альбедо (A).

Альбедо называется отношение интенсивности отраженной радиации к суммарной, выраженное в процентах:

$$A = \frac{R}{Q} 100.$$

Нагреваясь за счет солнечной радиации, поверхность Земли и ее атмосфера излучают тепло. В отличие от солнечной радиации излучение происходит в виде длинноволновой радиации. В результате непрерывного излучения Земли и атмосферы в каждый данный момент представляется возможность определить только разность между излучением земной поверхности (E_z) и излучением атмосферы (E_a). Эта разность называется **эффективным излучением ($E_{эф}$)**:

$$E_{эф} = E_z - E_a.$$

Интенсивность эффективного излучения измеряется в калориях на 1 см^2 абсолютно черной горизонтальной поверхности в 1 минуту.

Отраженная радиация и эффективное излучение представляют собой расходную часть радиационного баланса подстилающей поверхности.

Радиационный баланс (В) подстилающей поверхности в каждый данный момент равен разности между приходом и расходом радиации:

$$B = S_I + D - R - E_{эф}$$

или

$$B = Q - R - E_{эф}.$$

Интенсивность лучистой энергии в практической актинометрии выражается количеством тепла в калориях, поступающего в 1 мин на 1 см² поверхности (кал/см²-мин), в Международной системе единиц СИ— в ваттах на 1 м² (Вт/м²) или в милливаттах на 1 см² (мВт/см²): 1 кал/см²-мин = 69,8 мВт/см², а 1 мВт/см² = 0,01433 кал/см²-мин.

Растения в процессе фотосинтеза усваивают часть приходящей энергии солнца, которая называется фотосинтетически активной радиацией (ФАР); это световые лучи с длиной волны от 0,38 до 0,71 мкм. Величину поступающей от солнца ФАР можно рассчитать по формуле

$$\text{ФАР} = 0,43S' + 0,57D.$$

Посевы, по структуре близкие к оптимальным, за вегетацию поглощают 50—60% падающей на них ФАР, причем для процесса фотосинтеза используется обычно 2—3% ФАР. Исследования показали, что дальнейшее улучшение структуры посевов, минерального и водного питания позволяют увеличить использование ФАР до 7—8%.

Большое значение для фотосинтеза и других функций растительного организма имеют продолжительность солнечного сияния и освещенность.

Продолжительность солнечного сияния — время, в течение которого земная поверхность освещается прямой солнечной радиацией,— выражается в часах за сутки, а также в процентах от наибольшей величины, то есть от продолжительности дневного времени в данный период.

Освещенность складывается из прямого и рассеянного солнечного света. Измеряется она в люксах. Для фотосинтетической деятельности

посевов большинства культурных растений оптимальные условия освещенности соответствуют 8000—12000 лк. Особенно чувствительны растения к освещенности в период цветения и плодоношения. Освещенность пропорциональна интенсивности солнечной радиации. В ясную погоду интенсивность суммарной радиации в 1 кал/см²-мин при высоте солнца 10° соответствует освещенности в 62 тыс. лк, при 20° — 66 тыс. лк, при 30° — 68 тыс. лк, при 40° — 70 тыс. лк. При дальнейшем увеличении высоты солнца освещенность мало меняется и составляет 71—72 тыс. лк на 1 кал/см² мин.

Методы измерения солнечной радиации

Для измерения интенсивности лучистой энергии применяются актинометрические приборы различной конструкции. Приборы бывают *абсолютные* и *относительные*. По абсолютным приборам показания получают сразу в тепловых единицах, а по относительным — в относительных, поэтому для таких приборов необходимо знать переводные множители для перехода к тепловым единицам.

Абсолютные приборы по устройству и обращению довольно сложны и не имеют массового распространения. Применяются они преимущественно для проверки относительных приборов. В конструкции относительных приборов чаще всего используется термоэлектрический метод, который основан на зависимости силы термотока от разности температур спаев.

Приемником термоэлектрических приборов (рис. 3, 4) служат термобатареи из меди — константана. Разность температур спаев создается в результате различной поглотительной способности разноименных спаев. Спай 1 покрывается платиновой чернью или сажей, а спай 2 — окисью магния. В результате разности температур спаев в цепи возникает термоток, который измеряется гальванометром 3. Разность температур разноименных спаев может быть достигнута также путем термоизоляции одних и облучения солнечной радиацией других спаев (рис. 4).

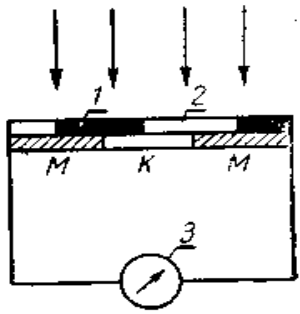


Рис. 3. Схема термоэлектрического приемника

Так как разность температур спаев обуславливается падающей солнечной радиацией, то интенсивность ее будет пропорциональна силе термоэлектрического тока:

$$S = k \cdot N,$$

где N - отклонение стрелки гальванометра; k - переводной множитель в кал/см²мин.

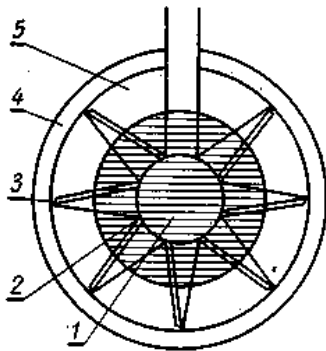


Рис. 4. Схема термозвездочки актинометра

Для выражения интенсивности солнечной радиации в тепловых единицах необходимо показания гальванометра умножить на переводной множитель, который получается путем сравнения показаний термоэлектрических приборов с абсолютными и оказывается в паспорте прибора.

Приборы для измерения солнечной радиации

На метеорологических станциях и в полевых условиях наиболее часто применяют термоэлектрические приборы. Они просты по устройству и обладают малой инерцией (15—35 секунд). Поэтому для измерения всех видов солнечной радиации и радиационного баланса подстилающей поверхности здесь рассматриваются только термоэлектрические приборы.

Приборы для измерения интенсивности прямой солнечной радиации называются актинометрами, для измерения интенсивности рассеянной и суммарной радиации — пиранометрами. Отражательную способность

измеряют альбедометрами, а радиационный баланс — балансомерами. Продолжительность солнечного сияния в часах измеряют гелиографом.

Термоэлектрический актинометр АТ-50 служит для измерения прямой солнечной радиации.

Устройство актинометра. Приемником актинометра является диск 1 из серебряной фольги (рис. 4). Со стороны, обращенной к солнцу, диск зачернен, а с другой стороны к нему подклеены через изоляционную бумажную прокладку внутренние спаи 2 термозвездочки из манганина и константана, состоящей из 36 термоэлементов (на схеме показано только семь термоэлементов). Внешние спаи 3 термозвездочки через изоляционную бумажную прокладку 5 подклеены к медному диску 4. Последний помещается в массивном медном корпусе со скобами, к которым присоединены выводы термобатареи и мягкие провода 6 (рис. 5). Корпус со скобами закрыт кожухом 7, закрепленным гайкой 8, и соединен винтом 10 с медной трубкой 9. Последний помещается в массивном медном корпусе со скобами, к которым присоединены выводы термобатареи и мягкие провода 6 (рис. 5). Корпус со скобами закрыт кожухом 7, закрепленным гайкой 8, и соединен винтом 10 с медной трубкой 9.

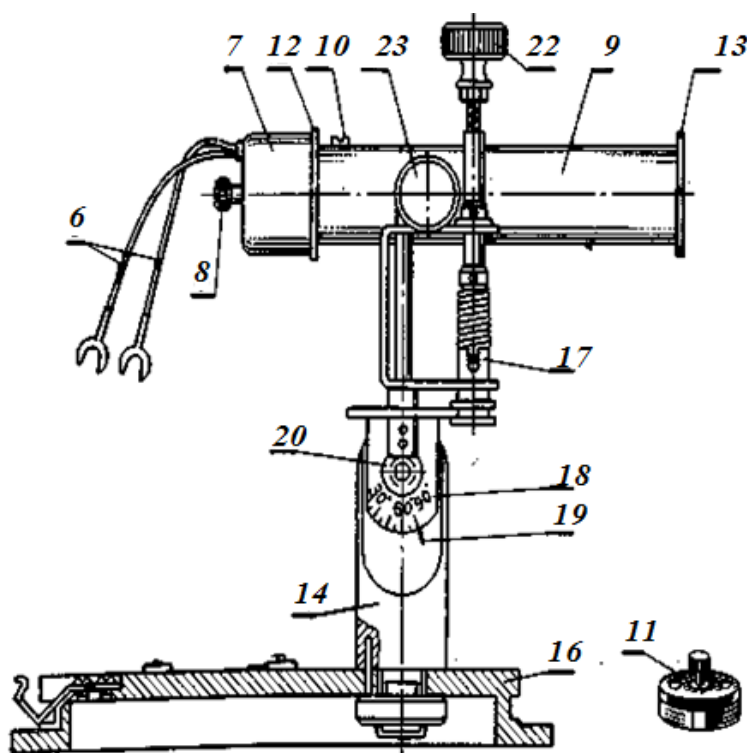


Рис. 5. Термоэлектрический актинометр АТ-50.

Внутри трубки имеется пять диафрагм, расположенных в порядке уменьшения их диаметра от 20 до 10 мм по направлению к корпусу. Диафрагмы удерживаются плоской и пружинящей шайбами, установленными между корпусом и наименьшей диафрагмой. С внутренней стороны диафрагмы зачернены.

На концах трубки расположены кольца 12 и 13 для нацеливания актинометра на солнце. На кольце 13 есть отверстие, а на кольце 12 — точка. При правильной установке пучок света, проходящий через отверстие, должен точно попадать в точку кольца 12. Трубка закрывается съемной крышкой 11, которая служит для определения нулевого положения гальванометра и защищает приемник от загрязнения. Трубка 9 соединяется со стойкой 14, укрепленной на плато 16 параллактическим штативом 17. Для установки оси штатива соответственно широте места служит шкала 18 с делениями, риска 19 и винт 20.

Актинометр нацеливают на солнце поворотом трубки, трение которой регулируется винтом 23 и вращением рукоятки.

Установка. Вначале ось штатива устанавливают по широте места наблюдений. Для этого, ослабив винт 20, поворачивают ось штатива до совпадения деления шкалы 18, соответствующего данной широте, с риской 19 и закрепляют ось в этом положении. Затем актинометр устанавливают на горизонтальной подставке так, чтобы стрелка на плато была ориентирована на север, и, сняв крышку, ориентируют его на солнце путем ослабления винта 23 и вращения рукоятки 22; трубку 9 поворачивают до тех пор, пока пучок света через отверстие на кольце 13 попадает на точку кольца 12. После этого провода актинометра при открытой крышке 11 присоединяют к клеммам гальванометра (+) и (С), соблюдая полярность. Если стрелка гальванометра отклоняется за нуль, провода меняют местами.

Наблюдения. За 1 мин до начала наблюдения проверяют установку приемника актинометра на солнце. После этого крышку закрывают и по гальванометру делают отсчет нулевого положения N_0 . Затем снимают

крышку, проверяют точность нацеливания на солнце и 3 раза отсчитывают показания гальванометра с интервалом в 10—15 с (N_1, N_2, N_3) и температуру по гальванометру. После наблюдений прибор закрывают крышкой футляра.

Обработка наблюдений. Из трех отсчетов по гальванометру находят среднее значение \bar{N} с точностью до 0,1:

$$\bar{N} = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3}.$$

Для получения исправленного отсчета N к среднему значению \bar{N} вводят шкаловую поправку ΔN , поправку на температуру ΔN_t из поверочного свидетельства гальванометра и вычитают положение места нуля N_0 :

$$N = \bar{N} + \Delta N + \Delta N_t - N_0.$$

Для выражения интенсивности солнечной радиации S в кал/см²- мин показания гальванометра N умножают на переводный множитель a ($S = aN$).

Интенсивность прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность вычисляют по формуле (1): $S' = S \sin h$.

Высоту солнца над горизонтом h и $\sin h$ можно определить по уравнению $\sinh = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau$,

где φ — широта места наблюдений, δ — склонение солнца для данного дня, τ — часовой угол солнца, отсчитываемый от момента истинного полдня. Определяется он по истинному времени середины наблюдений

$$t_{ucm} (\tau = 15^\circ(t_{ucm} - 12\text{ч})).$$

Термоэлектрический пиранометр М-80М (рис. 6). Выпускается пиранометр с приемником М-115, у которого квадратная термобатарейка I окрашена в черно-белый цвет в виде шахматной доски. Поля по-разному поглощают поступающую солнечную радиацию и нагреваются пропорционально поглощенной радиации. Следовательно, разность температур, достигающая 4° С на 1 кал/(см² · мин), также пропорциональна поступающей радиации. Термобатарейка развивает ЭДС, равную 8 мВ на 1

кал/(см² мин) при сопротивлении около 30 Ом. Постоянная времени 7-9 с, что требует выдержки до 35-50 с для достижения устойчивого показания.

Приемник (головка) 2 может быть установлен горизонтально с помощью уровня 3 и винтов 4. Теневой экран - диск диаметром 85 мм прикрепляется к стержню 5 длиной 485 мм, причем диск виден из центра термобатареи под углом 10°. Для затенения ослабляется винт 6 и стойка поворачивается стержнем к Солнцу. Рассеянную радиацию измеряют при затененном приемнике.

Для *измерения* отраженной радиации пиранометр устанавливают на планке толщиной до 2 см, отгибают пружину 7 и опрокидывают стойку приемником вниз. К пиранометру придается крышка, надеваемая на приемник для определения места нуля. Стабильность места нуля обеспечивается тем, что обе краски — черная и белая одинаково «черны» для земного излучения (колпака).

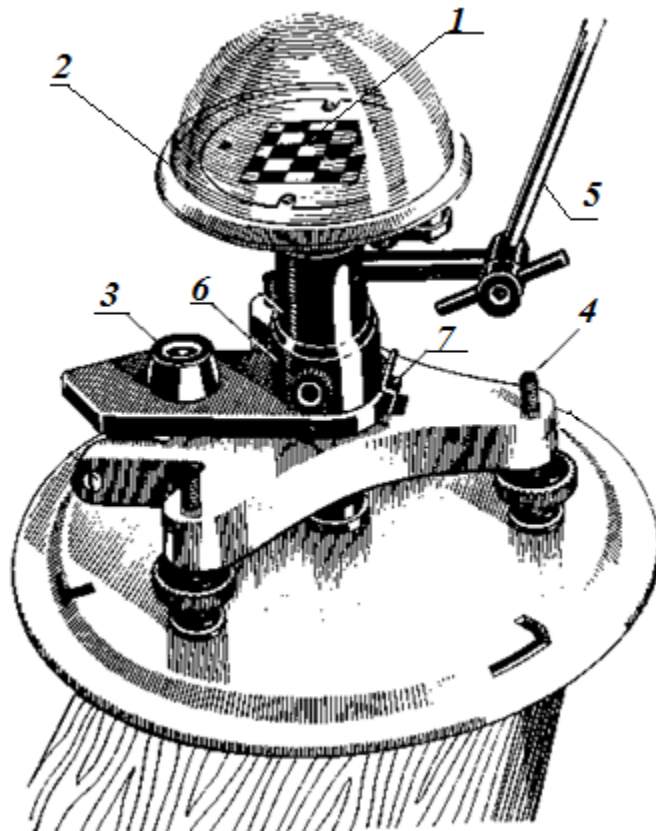


Рис. 6. Пиранометр термоэлектрический универсальный М – 80М

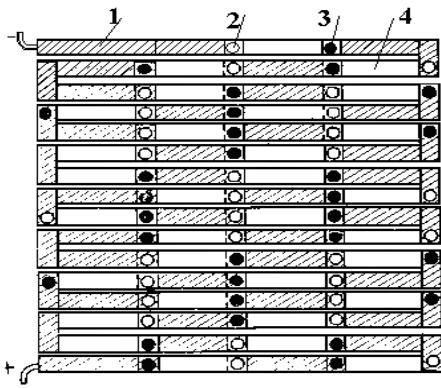


Рис. 7. Упрощенная схема термобатареи: 1 – манганин; 2,3 – белые и черные спаи; 4 – константан.

Термобатарея (рис. 7) размером $32 \times 33 \text{ мм}^2$ составлена из плоских ленточек манганина и константана, уложенных зигзагообразно и составляющих 87 термоэлементов. Ленты последовательно спаяны в 32 полосы. Середина каждой ленточки, где черное поле переходит в белое, приклеена к выступу плитки корпуса.

Установка пиранометра на метеорологической площадке производится на открытом месте, к югу от загораживающих горизонт объектов. Затенение от Солнца допускается только тонкими мачтами. Пиранометр 8 (рис. 8) на стойке для измерения суммарной, рассеянной и отраженной радиации устанавливается в юго-западном углу метеорологической площадки. Стеклоанный колпак пиранометра защищен от отраженной радиации черным плоским кольцевым защитным экраном 9, расположенным в плоскости приемника. Экран 9 защищает колпак также и от радиации неба при измерениях отраженной радиации.

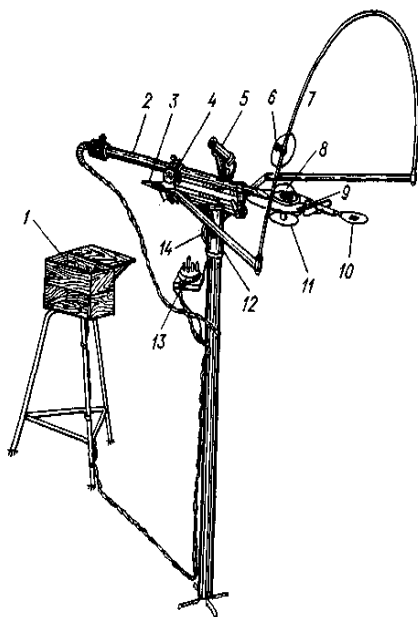


Рис. 8. Стойка актинометрическая М-13 для контрольных и срочных измерений.

При измерениях отраженной радиации пиранометр должен устанавливаться на высоте не менее четырех диаметров пиранометра, считая и экран 9 с диаметром 35 см, от поверхности земли; это и определяет высоту стойки в 1,5 м. Поверхность участка под пиранометром должна быть горизонтальной (с точностью до 2°) и в радиусе 5 м покрыта естественной растительностью. Гальванометр устанавливается в защитном ящике 1, белом со всех сторон, кроме стороны, обращенной к стойке. При влажности ниже 30% воздух в ящике увлажняется. При походных наблюдениях над сильно закрытыми площадками суммарная радиация измеряется у самой почвы, чтобы не зависеть приход. При измерениях альбедо склона пиранометр располагается параллельно поверхности склона.

Походный альбедометр (рис. 9) предназначен для измерения суммарной и отраженной радиации над горизонтальными участками земли и снабжен самоуравновешивающимся карданным подвесом.

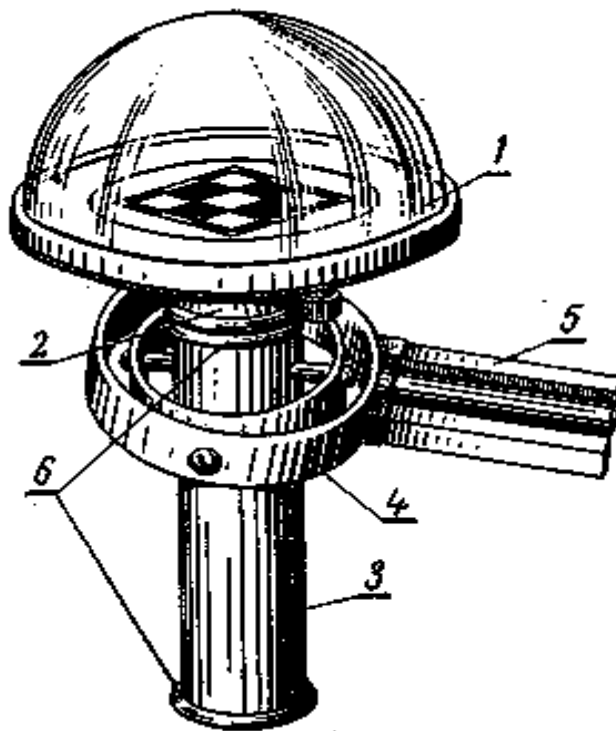


Рис. 9. Походный альбедометр АП-3х3

Устройство альбедометра. Приемник прибора — головка пиранометра 1, привинчена на втулке 2 к трубке 3 с карданным подвесом 4. К нему сбоку

привинчена рукоятка 5. Поворотом рукоятки на 180° приемник может быть обращен и вверх для измерения входящей коротковолновой радиации, и вниз для измерения отраженной коротковолновой радиации.

Чтобы трубка была в отвесном положении, внутри нее на стержне скользит - свинцовый груз, который при поворотах прибора всегда передвигается вниз.

Для смягчения ударов при повороте прибора на концах трубки подложены резиновые прокладки 6. Головка альбедометра, так же как и пиранометра, закрывается металлической крышкой.

В разобранном виде прибор крепится на основании металлического футляра.

Установка. Перед наблюдениями с основания футляра снимают головку, трубку, рукоятку и свинчивают между собой: головку привинчивают к трубке, а рукоятку — к карданному подвесу. Для исключения радиации, которую может отражать сам наблюдатель, в рукоятку вставляют деревянную ручку длиной около 2 м.

Альбедометр подсоединяют мягкими проводами к гальванометру на клеммы (+) и (с). Присоединение производится при открытом приемнике и освобожденном арретире гальванометра. Если стрелка гальванометра уходит за нуль, то провода меняют местами.

Во время наблюдений приемник альбедометра устанавливают на высоте 1 м над подстилающей поверхностью. При измерении суммарной радиации головку альбедометра поворачивают номером к солнцу.

Наблюдения по альбедометру начинают с определения места нуля гальванометра. Для этого головку альбедометра закрывают крышкой и отсчитывают показания гальванометра (n°_1) и время наблюдений. По истечении времени, соответствующему инерции прибора, крышку открывают и берут серию (3—5) отсчетов через 10—15 секунд для каждого вида радиации.

Сначала снимают показания гальванометра в положении головки альбедометра вверх (n_1, n_2, n_3). Затем прибор поворачивают и, выждав время

инерции прибора, делают отсчеты при положении головки вниз (n_4, n_5, n_6). В первом случае измерялась суммарная радиация, во втором — отраженная.

После серии отсчетов головку закрывают крышкой и через промежуток времени, равный инерции прибора, отмечают вторично место нуля (n^0) и температуру гальванометра.

Обработка наблюдений начинается с определения средних из серии отсчетов по гальванометру для каждого вида радиации и нулевого положения.

Для суммарной радиации среднее показание гальванометра

$$n_Q = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3}, \text{ для отраженной радиации } n_R = \frac{n_4 + n_5 + n_6}{3} \text{ и } n^0 = \frac{n_1^0 + n_2^0}{2}.$$

В средние значения показаний гальванометра (n_Q и n_R) вводят шкаловые поправки (Δn) из поверочного свидетельства гальванометра и получают исправленные значения \bar{n}_Q и \bar{n}_R :

$$\bar{n}_Q = n_Q \pm \Delta n \text{ и } \bar{n}_R = n_R \pm \Delta n.$$

Фактические отклонения гальванометра (N_Q и N_R) представляют собой разность между исправленным и нулевым показаниями:

$$\bar{N}_Q = \bar{n}_Q - n^0 \text{ и } \bar{N}_R = \bar{n}_R - n^0.$$

Умножив фактические отклонения гальванометра (N_Q и N_R) на переводной множитель (k), можно определить интенсивность суммарной и отраженной радиации в тепловых единицах.

Так как отражательная способность (альбедо) выражается отношением суммарной радиации к отраженной, то переводной множитель (k) при расчетах сокращается:

$$A = \frac{Q}{R} \cdot 100 = \frac{N_R k}{N_Q k} \cdot 100.$$

Поэтому альбедо вычисляется как отношение фактических отклонений гальванометра при измерении суммарной и отраженной радиации в процентах:

$$A = \frac{N_R}{N_Q} \cdot 100.$$

Альбедометр является наиболее универсальным прибором: при наличии переводного множителя им можно определять суммарную радиацию, рассеянную и отраженную, а также рассчитывать прямую радиацию на горизонтальную поверхность. При наблюдениях за рассеянной радиацией необходимо применять затенитель для защиты приемника от прямых солнечных лучей. Устанавливается он на специальном шесте перпендикулярно солнечным лучам на расстоянии 0,9—1,0 м от альбедометра.

Балансомер термоэлектрический М-10 (рис. 10) применяется для измерения радиационного баланса подстилающей поверхности, или остаточной радиации, которая представляет собой алгебраическую сумму всех видов радиации, поступающих и теряемых этой поверхностью. Приходная часть радиации состоит из прямой радиации на горизонтальную поверхность S' , рассеянной радиации D и излучения атмосферы E_a . Расходная часть радиационного баланса, или уходящая радиация, представляет собой отраженную коротковолновую радиацию R_K и длинноволновое излучение земли E_3 .

Действие балансомера основано на преобразовании потоков радиации в термоэлектродвижущую силу при помощи термобатареи.

Возникающая в термобатарее электродвижущая сила пропорциональна разности температур между верхним и нижним приемниками балансомера. Так как температура приемников зависит от приходящей и уходящей радиации, то и электродвижущая сила будет пропорциональна разности потоков радиации, поступающих сверху и снизу на приемники.

Радиационный баланс B при измерении балансомером выражается уравнением

$$B = akN,$$

где a — переводный множитель пары балансомер-гальванометр,

N - показания гальванометра,
 k - поправочный множитель, учитывающий влияние скорости ветра
(табл. 1).

	Таблица 1										
Скорость ветра (м/с)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12
Поправочный множитель k	1,00	1,02	1,05	1,08	1,10	1,13	1,15	1,17	1,19	1,22	1,25

Показания балансомера, умноженные на поправочный множитель, соответствующий данной скорости ветра, приводятся к показаниям балансомера при штиле.

Устройство. Приемником балансомера служат две зачерненные тонкие медные пластинки 1 и 2, имеющие форму квадрата со стороной 48 мм. С внутренней стороны к ним приклеены через бумажные прокладки спаи 3, 4 термобатарей (рис. 10). Спаи образованы витками намотанной на медный брусок 5 константановой ленты. Каждый виток ленты наполовину посеребрен. Начало и конец серебряного слоя служат термоспаями. Четные спаи подклеены к верхней, а нечетные - к нижней пластинке. Вся термобатарея состоит из десяти брусков, на каждый из которых намотано 32—33 витка. Приемник балансомера помещен в корпус 6, имеющий форму диска диаметром 96 мм и толщиной 4 мм. Корпус соединен с рукояткой 7, через которую пропущены выводы 8 от термобатарей. Балансомер с помощью шаровых шарниров 9 устанавливается на панельке 10. К панельке присоединяется также на шарнирах стержень 11 с экраном 12, который защищает приемник от прямых солнечных лучей. При применении экрана на стержне, видимого из центра приемника под углом 10° , прямая солнечная радиация исключается из показаний балансомера, что повышает точность измерений, но в этом случае интенсивность прямой солнечной радиации

необходимо измерять отдельно актинометром. Чехол 13 защищает балансомер от осадков и пыли.

Установка. Прибор прикрепляют панелькой к концу деревянной рейки на высоте 1,5 м от земли. Приемник его устанавливают горизонтально всегда одной и той же приемной стороной вверх, отмеченной на приборе цифрой 1. Выводы из термобатарей подключают к гальванометру.

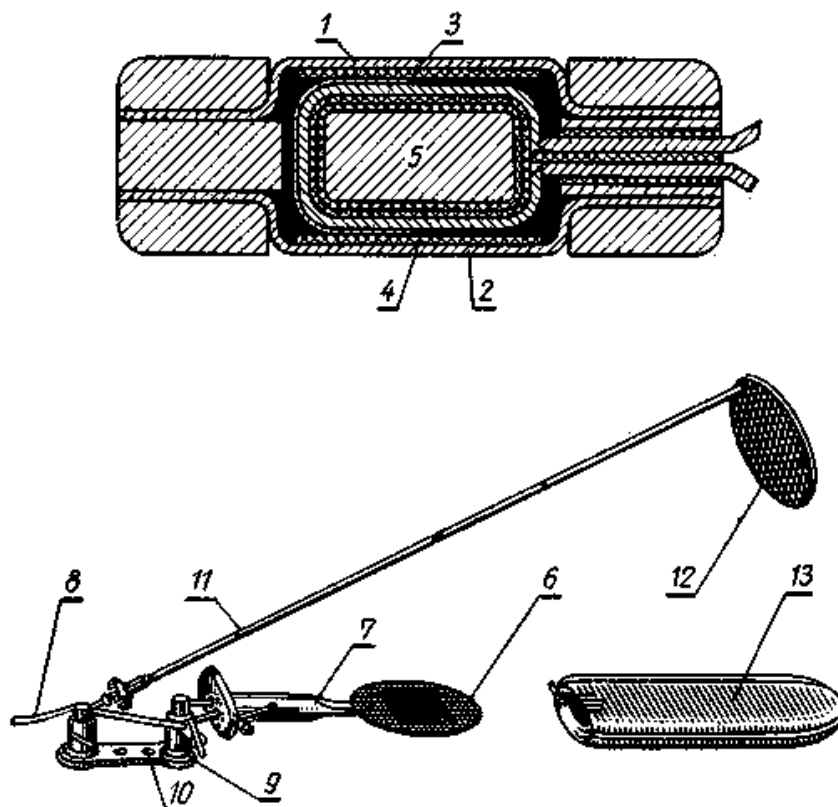


Рис. 10. Термоэлектрический балансомер М-10

В большинстве случаев балансомер затеняют экраном от прямой солнечной радиации. Поэтому на одной рейке с балансомером устанавливают актинометр для измерения прямой солнечной радиации. Для учета влияния скорости ветра на уровне балансомера и на небольшом расстоянии от него устанавливают анемометр.

Наблюдения. За 3 мин до начала наблюдения определяют место нуля балансомера N_0 . Производится это при разомкнутой цепи. После этого балансомер подключают к гальванометру так, чтобы стрелка гальванометра отклонялась вправо, и производят три отсчета по балансомеру N_1 , N_2 , N_3 и

одновременно три отсчета по анемометру v_1 , v_2 , v_3 . Если балансомер установлен с теньевым экраном, то после первого и второго отсчетов по балансомеру производят два отсчета по актинометру N_4 и N_5 . Для определения знака радиационного баланса на вилке провода, соединяющего гальванометр с балансомером, должны быть поставлены знаки + (плюс) и — (минус). С этой целью необходимо балансомер установить горизонтально приемной стороной вверх, осветить его солнцем и включить вилку. Если стрелка отклонится вправо, то на верхней стороне ее ставят знак +, а на нижней —.

Обработка наблюдений. Из трех отсчетов по балансомеру и по анемометру находят средние значения \bar{N} и \bar{v} (с точностью до 1 м/с):

$$\bar{N} = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3}, \quad \bar{v} = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3}.$$

Для определения исправленного отсчета N к среднему значению \bar{N} вводят шкаловую поправку ΔN из поверочного свидетельства гальванометра и вычитают место нуля N_0 :

$$N = \bar{N} + \Delta N - N_0.$$

Для вычисления радиационного баланса исправленный отсчет умножают на переводный множитель a_0 и поправочный множитель k , который определяют из поверочного свидетельства по средней скорости ветра (см. табл. 1):

$$B = akN.$$

Если измерения производились с теньевым экраном, то сначала вычисляют баланс без прямой солнечной радиации $B - S' = akN$, а радиационный баланс B определяют после расчета интенсивности прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность S' :

$$B = akN + S'.$$

Приборы для определения продолжительности солнечного сияния и освещенности

Гелиограф универсальный ГУ (рис. 11) служит для регистрации продолжительности солнечного сияния, то есть промежутков времени, в течение которых светило солнце.

Принцип действия гелиографа основан на прожигании бумажных лент солнечными лучами, собранными в фокусе стеклянного шара. Лента пригодна в продолжение 10 часов, на которые она разграничена белыми линиями.

Устройство гелиографа. Основной частью гелиографа является стеклянный шар 1 диаметром 98 мм, укрепленный в дугообразном держателе 2 сферическими шайбами 3 и 4, винтом 5 и контргайкой 6. На расстоянии главного фокуса от шара на дугообразном держателе укреплена сферическая чашка 7, на внутренней стороне которой имеется три пары пазов для закладывания бумажных лент 18.

Правильность закладки лент проверяется по контрольному проколу иглой штифта 12. В нижней части дугообразного держателя укреплен диск 8 с четырьмя круглыми отверстиями, обозначенными буквами А, Б, В, Г. Шар вместе с дугообразным держателем, чашкой и диском может вращаться вокруг вертикальной оси относительно лимба 9 с укрепленным на нем неподвижным указателем 10. Отверстия с буквами и неподвижный указатель служат для ориентирования шара относительно солнца. Любое из четырех положений шара фиксируется коническим штифтом 11. При повороте шара на юг диск укрепляется в положении Б, на восток — в положении А, на запад — в положении В и на север — в положении Г. Лимб 9 крепится на двух вертикальных стойках 13 к чугунному основанию 14.

Гелиограф устанавливают соответственно широте места по шкале широт 15 и неподвижному указателю 16. Шкала широт в положении, соответствующем широте места, фиксируется винтом 17.

Установка. Гелиограф устанавливают горизонтально на открытой площадке, доступной солнечным лучам в течение всего дня, на столбе высотой не менее 2 м или на крыше здания, ориентируя его по широте и географическому меридиану. Ослабляя винт 17 и поворачивая верхнюю часть прибора до совпадения данной широты с указателем 16, гелиограф устанавливают по широте. После этого его ориентируют по меридиану. Для этого гелиограф устанавливают на середине подставки шаром на юг и поворачивают так, чтобы в момент истинного полдня фокус находился на полуденной линии ленты. В таком положении основание прибора закрепляют тремя винтами.

В пазы чашки закладывают бумажные ленты 18 соответственно времени года: в верхнюю пару пазов — зимой (с 16 октября до конца февраля), в среднюю — весной и осенью (с 1 марта по 15 апреля и с 1 сентября по 15 октября), в нижнюю — летом (с 16 апреля по 31 августа). В верхние и нижние пары пазов закладывают изогнутые, а в среднюю пару — прямые ленты.

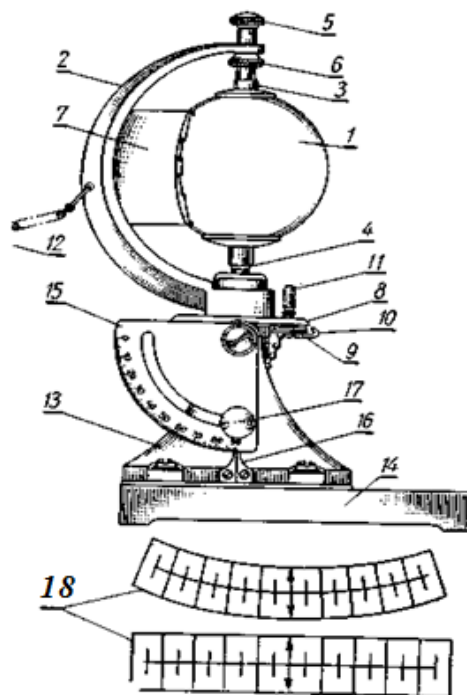


Рис. 11. Гелиограф универсальный

Наблюдения. В зависимости от времени года бумажную ленту закладывают в одну из пар пазов чашки. В короткие дни, когда солнце находится над горизонтом не более 9 ч, ленту меняют после захода солнца один раз в сутки. Шар в этом случае всегда повернут на юг (в положении Б).

При продолжительности дня от 9 до 18 ч ленту меняют два раза в сутки: первый раз после захода, второй — в 12 ч. Одновременно со сменой лент меняют положение шара. При вечерней смене лент шар поворачивают на восток (в положение А), а при смене в полдень - на запад (в положение В). Если продолжительность дня от восхода до захода солнца превышает 18 ч, смену лент и поворот шара производят три раза в сутки — в 4, 12 и 20 ч. При смене ленты и повороте шара в 4 ч указатель совмещают с индексом А, в 12 ч - с индексом В и в 20 ч - с индексом Г.

Во время смены лент шар гелиографа затеняют. Ленту меняют, даже если на ней не окажется следов прожога (пасмурные дни). На обороте каждой ленты отмечают порядковый номер (начиная с 1-го числа каждого месяца), название метеостанции, год, месяц, число, время в часах и минутах, когда лента была установлена и вынута.

Периодически необходимо следить за правильностью установки гелиографа относительно горизонтальной плоскости, полуденной линии, широты места наблюдений и содержать шар гелиографа в чистоте. По мере надобности шар следует протирать мягкой полотняной тряпкой; если он покрыт инеем или изморозью, тряпку надо смочить спиртом или авиационным бензином.

Обработка лент. Продолжительность солнечного сияния определяют по прожогу лент гелиографа за каждый час в десятых долях часа и заносят в соответствующие таблицы. Если прожог распространился на все деление, записывают целый час, если на половину деления, записывают 0,5 ч. Суммируя продолжительность солнечного сияния за каждый час, получают суточную продолжительность солнечного сияния (табл. 2).

Зная количество часов солнечного сияния за отдельные дни, можно определить продолжительность солнечного сияния за любой период (декаду, месяц, вегетационный период, год).

Таблица 2

Пример записи продолжительности солнечного сияния за сутки

Число месяца	Часы по истинному времени															сумма за сутки	
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19		19-20
1						0,4	1,0	0,9	0,4	0,2	0,8	1,0	1,0	1,0	0,7		7,4
2																	
3...																	
Σ за месяц																	

Люксметр Ю-116 (рис. 12) применяется для измерения естественного освещения и освещения, создаваемого лампами накаливания и люминесцентными лампами. Принцип его действия основан на явлении фотоэлектрического эффекта.

Устройство. Люксметр типа Ю-116 состоит из фотоэлемента 1, измерителя 4, соединительного провода 3 и поглотителя 2.

Приемной частью люксметра является селеновый фотоэлемент 1, который заключен в пластмассовый корпус. Для увеличения пределов измерения освещенности в 100 раз на корпус фотоэлемента надевается поглотитель 4, который состоит из двух нейтральных оргстекло молочного цвета.

Измеритель люксметра представляет собой магнитоэлектрический стрелочный прибор, помещенный в пластмассовый корпус 5. На передней панели измерителя имеются кнопки переключателя и табличка со схемой, связывающей действие кнопок и используемых насадок с диапазонами измерений. В средней части лицевой стороны корпуса имеется разделенная делениями шкала 6 с двумя рядами цифр, соответствующих двум пределам

измерения освещенности до 5—30—100 лк. При применении поглотителя пределы измерения увеличиваются соответственно до 3000—100000 лк.



Рис. 12. Люксметр Ю-116

Нормальная работа люксметра обеспечивается при температуре окружающей среды от 10 до 35° и относительной влажности менее 80%.

При работе с люксметром необходимо следить за чистотой фотоэлемента и поглотителя. В случае загрязнения поглотитель протирают ваткой, смоченной в спирте. Не рекомендуется долго держать прибор включенным при освещенности, превышающей установленные на люксметре пределы измерения. Так как чувствительность селенового фотоэлемента снижается вследствие старения, люксметр необходимо периодически градуировать по контрольному прибору.

Установка и наблюдения. Измеритель и фотоэлемент люксметра устанавливают горизонтально и проверяют положение стрелки. Если стрелка

не совпадает с нулем шкалы, то ее устанавливают на нулевое деление корректором.

Порядок отсчета значения, измеряемой освещенности:

1) против нажатой кнопки определяют выбранное с помощью насадок (или без) наибольшее значение диапазонов измерений. При нажатой правой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений кратные 10, следует пользоваться для отсчета показаний шкалой 0-100. При нажатой левой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений кратные 30, следует пользоваться шкалой 0-30. Показания прибора в делениях по соответствующей шкале умножают на коэффициент ослабления, зависящий от применяемых насадок и указанный в примечании к таблице инструкции к прибору и на насадках.

Например, на фотоэлементе установлены насадки КР нажата левая кнопка, стрелка показывает 10 делений по шкале 0-30. Измеряемая освещенность равна $10 \times 100 = 1000 \text{ lx}$.

С целью ускорения поиска диапазона измерений, который соответствует показателям прибора в пределах 20-100 делений по шкале 0-100 и 5-30 делений по шкале 0-30, поступайте следующим образом: последовательно установите насадки КТ, КР, КМ и при каждой насадке сначала нажимайте правую кнопку, затем левую.

Если при насадках КМ и нажатой левой кнопке стрелка не доходит до 5 делений по шкале 0-30, измерения производите без насадок, т.е. с открытым фотоэлементом.

ТЕМА 3 ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА И ПОЧВЫ

1 Температура воздуха

Температура (t°) любой среды измеряется термометрами. Единицей измерения температуры является градус. Градусом по международной шкале называют 1/100 часть интервала 0 и 100°C (0 – температура плавления льда, 100°C – температура кипения воды).

Приборы

Для производства наблюдений над температурой воздуха применяются термометры: срочный (психометрический), максимальный и минимальный. Термометры могут быть спиртовые или ртутные, но так как ртуть замерзает при температуре минус $38,9^{\circ}\text{C}$, то для измерения низких температур пользуются спиртовыми термометрами.

Описание приборов:

Термометр (рис. 13) состоит из небольшого стеклянного резервуара 1 с ртутью (спиртом) цилиндрической или шарообразной формы, к которому припаяна стеклянная трубка с капиллярным каналом 2. Резервуар и часть капилляра заполнены жидкостью. Температуру отсчитывают по шкале 3, с делениями через $0,2$ или $0,5^{\circ}$ (через 5 или 10° наносятся цифры, показывающие число градусов), изготовленной из стекла молочного цвета. Она расположена за капилляром внутри стеклянной наружной оболочки 4 и прочно укреплена в точках 5 и 6.

Срочный термометр (рис. 13) служит для определения температуры в данный срок. Он представляет собой ртутный термометр с цилиндрическим резервуаром и вставной шкалой. Деления на шкале нанесены через $0,5^{\circ}$. Пределы шкалы могут быть от 150 (70°C) до минус 25 (35°C). Рабочее положение – любое.

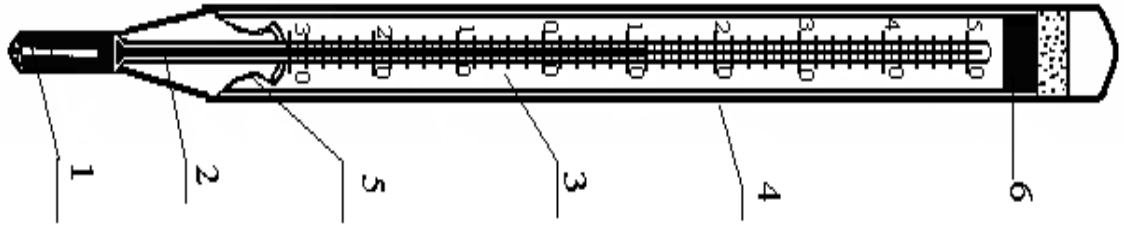
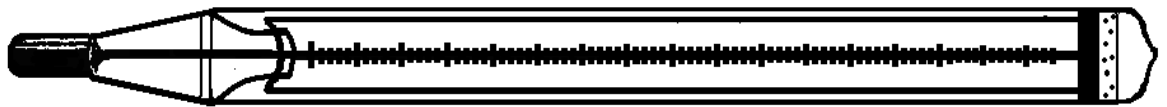
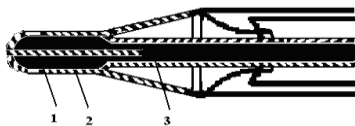


Рис. 13 Срочный термометр

Максимальный термометр (рис. 14) служит для определения самой высокой максимальной температуры, которая наблюдалась между двумя сроками наблюдений. Это ртутный термометр с цилиндрическим резервуаром и вставной шкалой. Деления нанесены через $0,5^\circ$, пределы шкалы могут быть от $51, 71^\circ\text{C}$ до минус $36, 21^\circ\text{C}$. Рабочее положение - горизонтальное с приподнятой головкой.



а)



б)

Рис. 14. Термометр максимальный (а) и устройство, обеспечивающее сохранность максимальных значений (б): 1 – *штифт*; 2 – *резервуар*; 3 – *капилляр*.

В журнал записываются два отсчета:

- 1) до встряхивания - максимальная $t^\circ\text{C}$,
- 2) после встряхивания - t° в момент наблюдения.

Минимальный термометр (рис. 15) (всегда спиртовой) служит для измерения самой низкой температуры, которая наблюдалась между сроками

наблюдений. Цена деления $0,5^{\circ}$. пределы шкалы могут быть от 21, 30 до минус 41, 75°C . Минимальные показания термометра определяются по легкому штифтику 1, изготовленному из темного стекла с утолщениями на концах (рис. 15 б). Рабочее положение - горизонтальное.

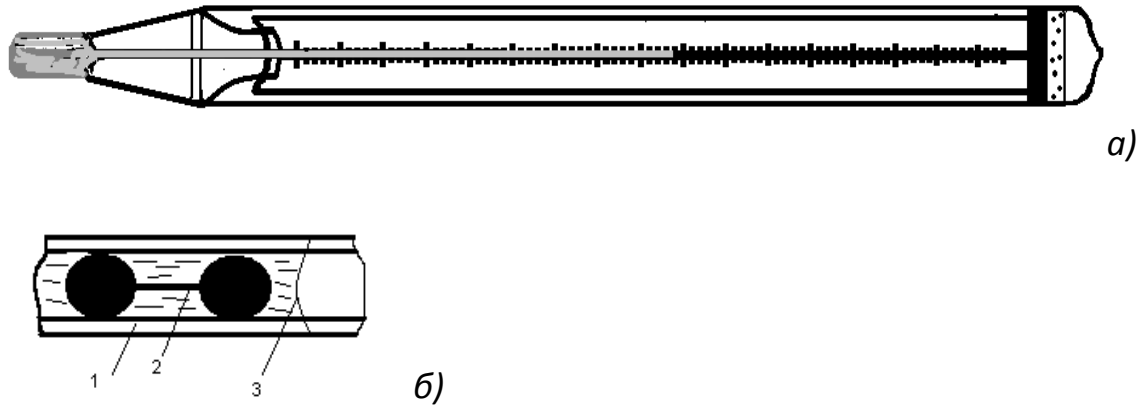


Рис. 15. Термометр минимальный (а) и устройство, обеспечивающее сохранность минимальных значений (б): 1 – капилляр; 2 – штифт; 3 – мениск спирта.

В журнал записывается два отсчета:

- 1) «спирт» (это t° в данный момент);
- 2) «штифт» (правый конец - это минимальная t°).

После отсчета термометр повернуть вверх резервуаром, довести штифт до конца спиртового столбика и положить горизонтально, опустив вначале головку, а потом резервуар. Во избежание повреждения в летнее время минимальный термометр на день убирают в футляр и в более прохладное место.

Установка термометров. Термометр должен быть защищен от непосредственного воздействия на него прямых солнечных лучей. Для этого используют:

- а) психрометрическую будку (рис. 16);
- б) будку Селянинова (рис 18).

Резервуары термометров находятся на высоте 2 м от поверхности почвы.

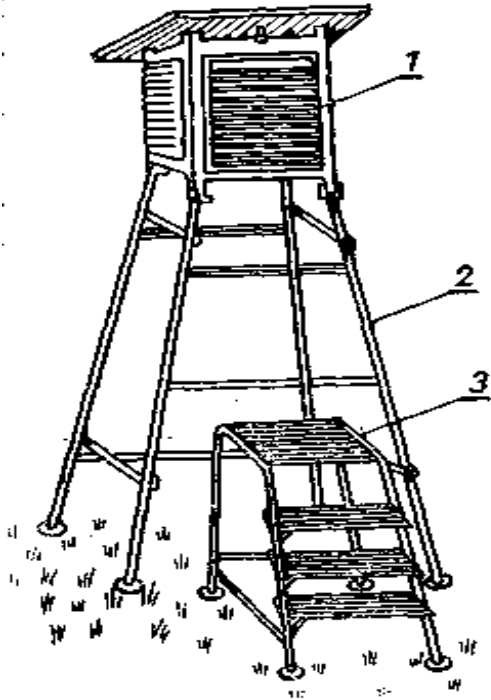


Рис. 16. Психрометрическая будка: 1 – психрометрическая будка, 2 – подставка высотой 175см, 3 – лесенка

Стенки психрометрической будки состоят из двойных жалюзи, расположенных одна над другой на расстоянии 25мм под углом 45° к горизонтальной плоскости. Жалюзийные стенки защищают термометры от прямого попадания солнечных лучей и вместе с тем не препятствуют свободному доступу воздуха. Одна из жалюзийных стенок укреплена на петлях и открывается (дверца). Будка 1 ориентируется дверцей на север, чтобы во время отсчетов на термометры не попадали солнечные лучи, и укрепляется на подставке 2 высотой 175 см. Для удобства отсчетов около будки уста

навливают лесенку 3. Для уменьшения нагрева вся будка, подставка и лесенка окрашиваются белилами. Внутри будки имеется штатив на котором крепятся вертикально два психрометрических термометра (рис 17): слева – сухой 1, по которому определяют температуру воздуха, справа – смоченный 2. Максимальный и минимальный термометры располагают резервуарами к востоку на особые дугообразные лапки, прикрепленные к нижней перекладине штатива, причем максимальный термометр устанавливают в верхней паре лапок с небольшим наклоном в сторону резервуара 4, а минимальный – в нижней паре лапок горизонтально 3.

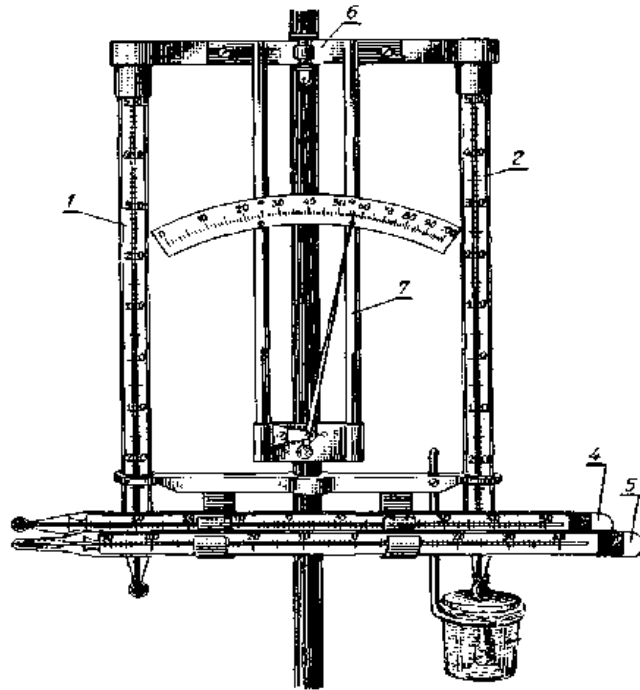
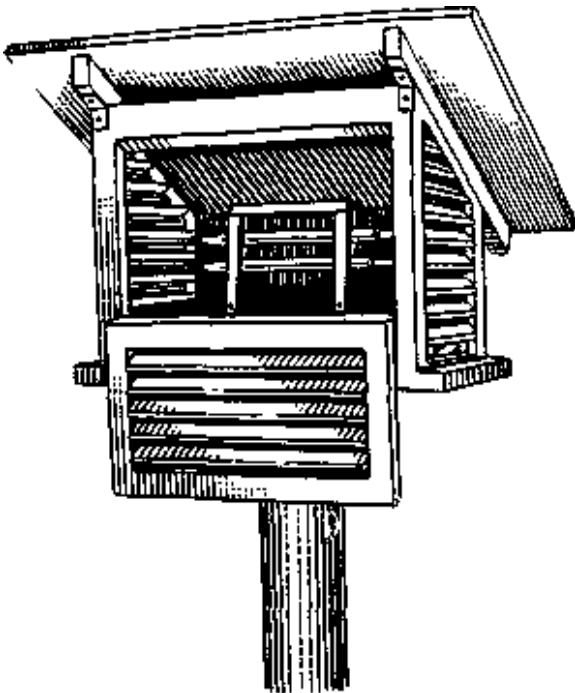


Рис. 17. Установка термометров в психрометрической будке

Будка Селянинова (рис. 18) меньше размером и стенки ее состоят из одного ряда жалюзи. На специальной деревянной подставке в ней устанавливают горизонтально три термометра, причем психрометрический термометр может быть заменен «срочным».



Будку устанавливают на столбе так, чтобы высота от почвы до резервуаров термометров была 1,5-2 м. Будка, подставка и лесенка окрашены в белый цвет.

Рис. 18. Будка Селянинова

Термограф (рис. 19) служит для непрерывной записи изменений температуры воздуха. Он состоит из трех основных частей: приемной, передающей и регистрирующей.

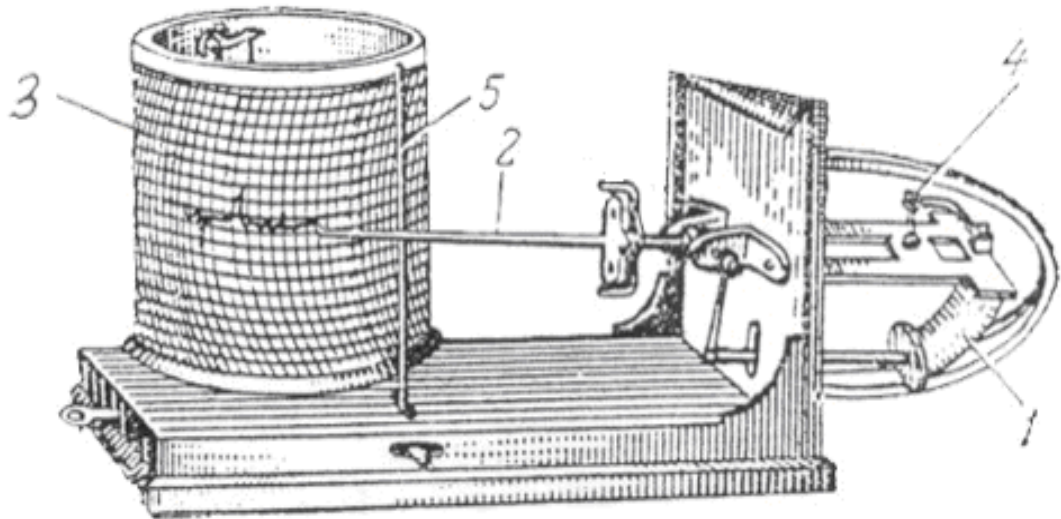


Рис. 19. Термограф

Устройство: 1 – приемная часть - биметаллическая пластинка (железо, медь), 2 – передающая часть - система рычагов, стрелка с пером (заправляется специальными чернилами), 3 – регистрирующая часть - барабан с часовым механизмом (в зависимости от скорости вращения барабана самописцы могут быть суточные и недельные). На барабан надевается бумажная лента (рис. 20), где горизонтальные линии соответствуют температуре в целых градусах (от минус 30 до 50°C), вертикальные дуги служат для отсчета времени. На ленте суточного термографа каждое деление соответствует 15 минутам, недельного – 2 часам. На суточных лентах время обозначено через каждый час, а на недельных – через 2 часа. Кроме того, на недельных лентах указаны дни недели. 4 – винт, 5 – зажимная пружина.

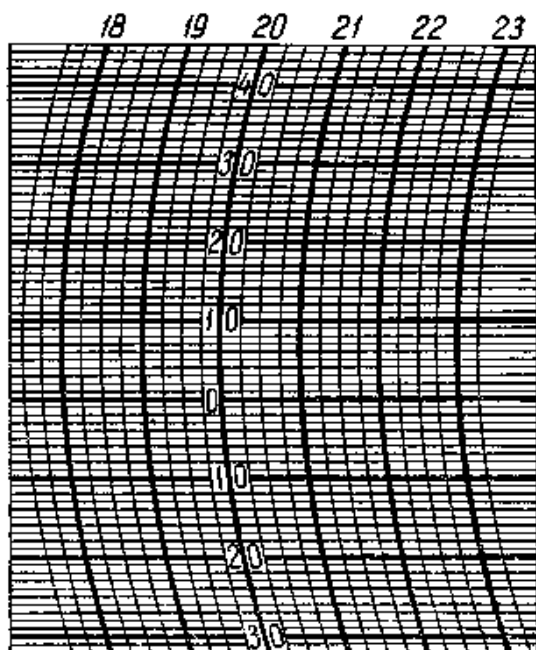


Рис. 20 Лента термографа (часть)

Установка. Термограф устанавливают в жалюзийной будке на высоте 2 м от поверхности почвы или в травостое на подставке с затенением приемной части. Перед установкой термографа часы с помощью ключа заводят до отказа и на барабан надевают ленту, на обратной стороне которой пишут дату и время смены ленты. Лента на барабане крепится специальной пружиной 5, барабан надевают на неподвижную ось корпуса и к нему подводят стрелку с пером. Перо на ленте должно показывать время и температуру воздуха в данный момент. Установку пера на время производят поворотом барабана вокруг неподвижной оси, а на температуру – изменением положения биметаллической пластинки 1. Делается это с помощью винта 4. Для контроля за работой термографа на его ленте в срочные часы делают засечки небольшим подъемом пера.

2 Температура почвы

Наблюдения за температурой почвы состоят из измерений:

- 1) температуры поверхности почвы (средней по срочному термометру, максимальной и минимальной);
- 2) на глубине узла кущения озимых культур (3-5 см);
- 3) на глубине пахотного слоя (5, 10, 15, 20 см);

- 4) на глубинах 20, 40, 80, 160, 240, 320 см;
- 5) определении глубины промерзания почвы.

Измерение температуры поверхности почвы

Для измерения температуры поверхности почвы применяются термометры: *срочный, максимальный, минимальный* (рис.13,14,15).

На метеорологических станциях и постах термометры устанавливают на открытой площадке размером 4х6 м.

Предварительно с площадки снимают растительный покров и почву взрыхляют. Все три термометра размещают в середине площадки горизонтально, резервуарами на восток, на расстоянии 10–15 см друг от друга в небольших углублениях. Резервуары должны плотно прикасаться к почве.

В полевых условиях термометры могут быть установлены на паровом поле, для изучения термического режима среди растений - в междурядьях.

Измерение температуры на глубине залегания узла кущения озимых культур

Состояние озимых культур и условия перезимовки их во многом зависят от температуры почвы и особенно от минимальной температуры на глубине узла кущения. Средняя глубина залегания узла кущения около 3 см.

Для измерения минимальной температуры почвы на этой глубине могут быть использованы обычные минимальные термометры, помещаемые в специальные приспособления, и почвенные электротермометры.

Коробка Низенькова (рис. 21) представляет собой жестяную коробку с боковой трубкой снаружи. Длина коробки 40 см, ширина 8 см, высота 15 см. длина боковой трубки 17 см, диаметр 3,5 см.

На дно коробки помещается деревянный вкладыш 1, имеющий продольный вырез 2. Вырез должен приходиться против боковой трубки коробки, в которую вставляют резервуар термометра 3. Для изоляции от

наружного воздуха сверху на термометр кладут вату 4, которая должна плотно заполнять все пространства коробки от деревянного вкладыша до верхнего края коробки. Коробку устанавливают на озимых посевах поздней осенью до наступления морозов.

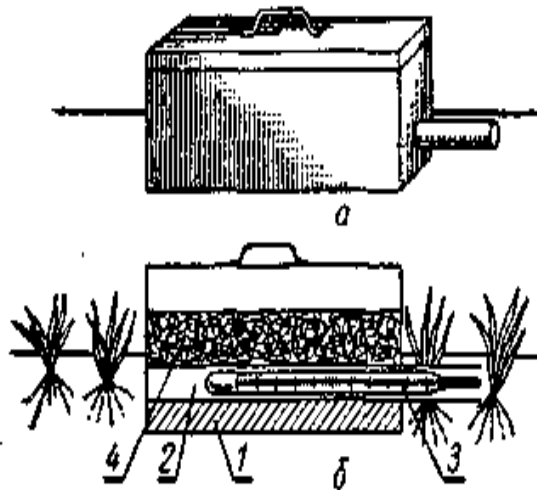


Рис. 21. Коробка Низенькова

Регулярные наблюдения начинают со времени промерзания почвы и продолжают до полного оттаивания.

Отсчеты Если коробка находится под снежным покровом, снимают осторожно снег над крышкой коробки и открывают ее. Открыв крышку коробки вынимают ватную подушку, берут отсчет сначала по показаниям спирта, а потом по штифту. Записав показания термометра, его вынимают и доводят столбик спирта до 0°C . Термометр вставляют в трубочку и укладывают в выемку деревянного вкладыша шкалой вверх. Сверху накрывают ватой. Вырытую перед наблюдением над коробкой ямку в снегу тщательно засыпают снегом и утрамбовывают. Над коробкой не должно быть бугорка или углубления.

Недостатки: резервуар минимального термометра не имеет контакта непосредственно с почвой, кроме того приходится нарушать снежный покров над коробкой.

Максимально-минимальный термометр АМ-17 (рис.22) предназначен для измерения температуры почвы на глубине узла кущения озимых культур.

Пределы измерения температур от минус 30 до 30°C, погрешность измерения $\pm 1^\circ\text{C}$. Действие термометра основано на термическом изменении объема рабочей жидкости – толуола, заключенной в замкнутой манометрической системе

Устройство. Основной частью термометра АМ – 17 является заполненная под давлением толуолом и герметически запаянная термоманометрическая система, состоящая из термобаллона 1, соединительного капилляра 2 и манометрической геликоидальной пружины с биметаллическим термокомпенсатором, к которому прикреплена с помощью кронштейна стрелка, заканчивающаяся пером. Перо записывает изменения

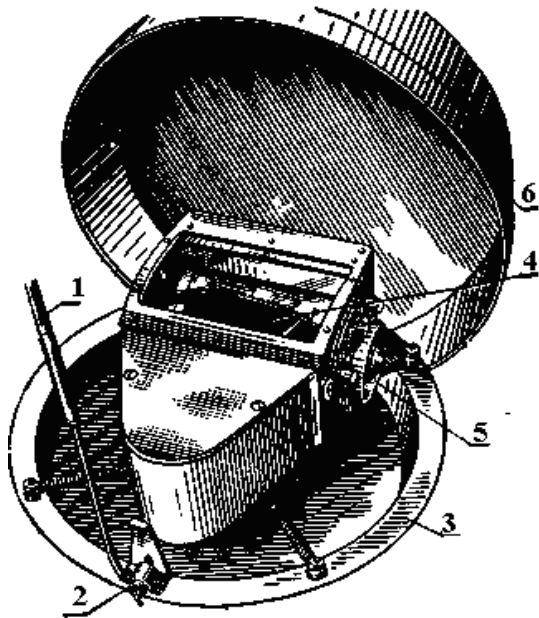


Рис. 22. Максимально-минимальный термометр АМ-17

температуры на барабане 4, покрытом слоем копоти. Над барабаном расположена шкала с делениями от минус 30 до 30°. Геликоидальная пружина с термокомпенсатором и стрелкой, барабан и шкала находятся в корпусе 3 с крышкой 4. Через стеклянную часть крышки видны стрелка, барабан и шкала. По размерам дуги, которую прочерчивает стрелка на барабане, определяют колебания температуры между сроками наблюдений.

По левому краю дуги отсчитывают минимальную, а по правому – максимальную температуру. Положение стрелки относительно шкалы во время отсчета соответствует температуре в момент наблюдений. После измерений для дальнейшей работы прибора необходимо барабан повернуть ручкой – фиксатором 5 на один зубец. Ручка-фиксатор имеет 90 зубьев. Соответственно отсчеты по термометру могут быть взяты 90 раз. После этого барабан надо вновь закоптить. По окончании наблюдений корпус закрывают футляром 6. Датчиком температуры является термобаллон 1 и часть капилляра (около 2,3 м), находящиеся в почве.

Установка. Термометр АМ–17 устанавливают на озимых посевах до наступления морозов. Корпус прибора укрепляют на деревянном столбе высотой не более 60–70 см, часть капилляра с оплеткой закладывают в углубление столба и закрепляют планкой, а остальную часть (2, 3 м) капилляра и термобаллон укладывают в канавку глубиной 3 см, затем канавку засыпают и место засыпки выравнивают с окружающей поверхностью почвы.

Наблюдения. К термометру АМ–17 следует подходить со стороны, противоположной расположению датчика, чтобы не нарушать глубину установки его и имеющийся над ним снежный покров. Для снятия показаний необходимо осторожно открыть крышку защитного футляра и повернуть ручку фиксатора. При этом на барабане прочерчивается дополнительная поперечная черточка и дуга подводится к шкале. По левому краю дуги записывают минимальную температуру, по правому – максимальную, по поперечной черточке – срочную температуру.

Измерение температуры пахотного слоя

Применяются термометры Савинова (коленчатые) (рис 23), термометр-щуп АМ-6 (рис 24).

Коленчатые термометры Савинова служат для измерения температуры почвы на глубине 5, 10, 15, 20 см. Цена деления $0,5^{\circ}\text{C}$. Длина термометров может быть от 28–30 до 48–52 см.

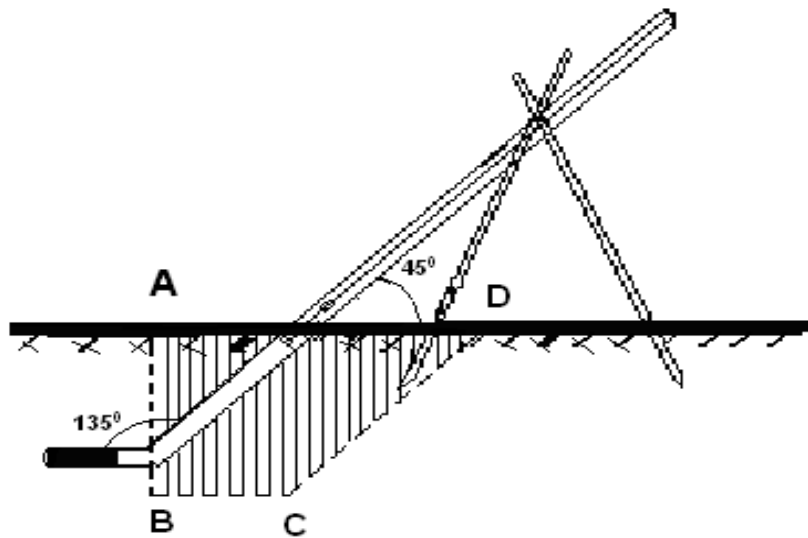


Рис. 23. Термометр Савинова

Устройство. Термометры Савинова ртутные. Резервуары цилиндрические. Выше резервуара термометры изогнуты под углом 135° . Нижняя часть стеклянной защитной оболочки от резервуара до шкалы засыпана песком или золой (теплоизоляционная прокладка).

Установка. Термометры Савинова устанавливают на одной площадке с термометрами для измерения температуры поверхности почвы.

Перед установкой термометров выкапывают траншею с северной отвесной стенкой и противоположной стенкой под углом 135° . Термометры устанавливают на небольшую глубину следующим образом. Положив вдоль углубления прямую рейку, отмечают от нижней её поверхности глубину, на которой должен быть установлен термометр (на заданной глубине должна находиться ось резервуара), и, если почва мягкая, вдвигают короткое колено термометра до изгиба. Если почва твердая, следует предварительно сделать углубление чистой деревянной палочкой. Когда термометр вставлен, засыпают углубление землей. Таким же способом устанавливается каждый

следующий термометр. Когда все термометры установлены, углубление засыпают почвой вровень с поверхностью всего участка.

Правильно установленный термометр должен иметь наклон к поверхности почвы в 45° , что можно проверить треугольником.

Выступающую из почвы часть термометра следует подпереть деревянными стоечками. Расстояние между термометрами должно быть около 10 см, а шкалы по возможности обращены к северу. Термометры необходимо снять до замерзания почвы. Отсчёты по термометрам производятся с точностью до $0,1^\circ\text{C}$. К отсчету вносится поправка, взятая из поверочного свидетельства данного термометра.

Термометр-щуп АМ-6 (рис 24) предназначен для походных измерений температуры пахотного слоя почвы. Спиртовой термометр с ценой деления $0,5^\circ\text{C}$ и пределами шкалы от 0 до 60°C .

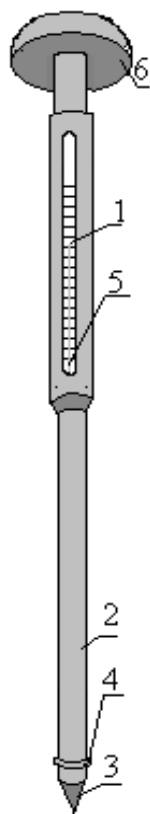


Рис. 24.

Термометр щуп АМ – 6

Устройство: термометр 1 помещён в металлическую оправу 2 с заостренным наконечником 3, в нем находится резервуар термометра. Чтобы не передавалось тепло от оправы к резервуару термометра, наконечник изолирован от остальной части оправы теплоизолирующей перемычкой 4. Резервуар помещён в медные опилки. В верхней части оправы имеется прорезь 5, через которую видна шкала термометра. На противоположной стороне оправы нанесены деления в сантиметрах для определения глубины установки термометра. Верхний конец термометра заканчивается ручкой 6, служащей для упора при погружении термометра в почву.

Установка. Для измерения температуры почвы термометр-щуп заглубляют на нужную глубину и выдерживают в течение 5 мин.

Глубина погружения термометра определяется по шкале, нанесенной на оправе термометра. Наблюдатель должен стоять так, чтобы затенять собой термометр от прямых солнечных лучей. По истечении 5 мин. термометр вынимают из почвы. Отсчёт ведётся с точностью до 0,5°C. После каждого определения термометр-щуп должен обязательно очищаться от приставших к нему частиц почвы.

Вытяжные термометры (рис. 25) применяются для измерения температуры почвы на больших глубинах: 20-40-80-160-320 см. Цена деления 0,2°C.

Устройство. Вытяжные термометры 1 ртутные, срочные, вмонтированы в специальную оправу 2 с металлическим колпаком 3 и изолирующими медными опилками. Оправа с термометром крепится на деревянной штанге 4 различной длины. Штанга заканчивается колпаком 5 с кольцом 6, за которое термометр вынимают из почвы. Вытяжные термометры опускают в пластмассовые или эбонитовые трубки 7, погруженные в почву на необходимую глубину и имеющие на нижнем конце металлические наконечники 8. При опускании термометра в трубку 7 нужно рассчитать, чтобы он только слегка касался металлического доньшка 8.

Основной упор термометра должен приходиться на колпачок с кольцом, который одновременно и закрывает трубку сверху.

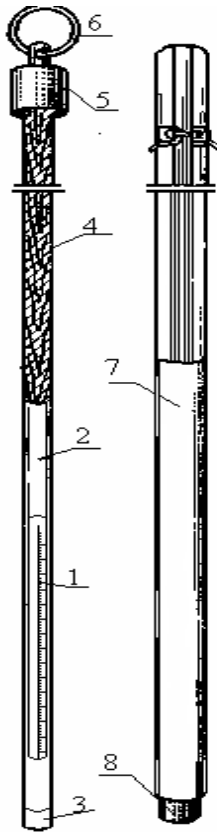


Рис 25. Вытяжной термометр

Установка. Вытяжные термометры размещают на открытом месте с естественным покровом на расстоянии 3-4 м от термометров Савинова. Буром или лопатой роют траншею нужной глубины, в которой располагают трубки через 50 см друг от друга с востока на запад. Трубки выступают над поверхностью почвы на 50-100 см во избежание заноса их снегом в зимний период.

Отсчеты по термометрам необходимо брать быстро. Рекомендуется вначале отсчитывать десятые доли, а потом - целые градусы. Отсчеты по термометрам, расположенным на глубине 80 см и больше, берут один раз в сутки, так как с этой глубины суточные колебания температуры не наблюдаются.

Измерение глубины промерзания почвы

Для оценки условий перезимовки растений необходимо знать глубину промерзания почвы. Глубину промерзания почвы определяют мерзлотомером Данилина (рис. 26).

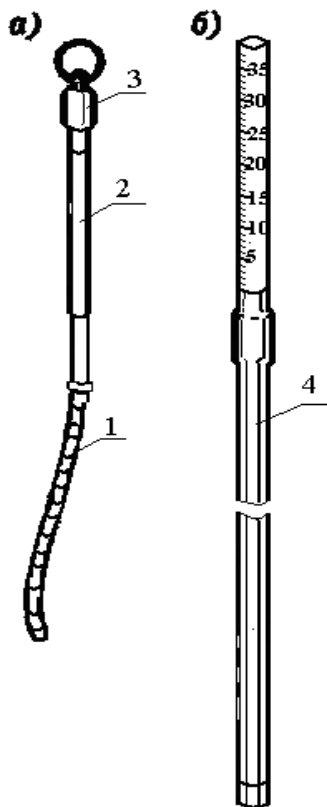


Рис. 26. Мерзлотомер
Данилина

Устройство. Приемная часть - резиновая трубка 1 длиной 150 и 300 см, цена деления 1 см, заполняемая дистиллированной водой. Трубка крепится на деревянную штангу 2, на конце которой имеется колпачок 3 с кольцом. Резиновая трубка вставляется в защитную трубку 4, верхний конец которой остается над поверхностью почвы.

Установка. Мерзлотомер устанавливают за 2-3 недели до наступления заморозков осенью. Для установки защитной трубки готовят скважину на 10 см глубже резиновой трубки и укрепляют снаружи растяжками.

Наблюдения по мерзлотомеру начинают с момента наступления отрицательных температур и продолжают до полного оттаивания почвы. Для определения глубины промерзания почвы резино-

вую трубку вынимают и прощупывают слой льда, нижняя граница его соответствует промерзанию почвы. После отсчета резиновую трубку вновь опускают в защитную трубку.

[к содержанию](#)

ТЕМА 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Водяной пар, находящийся в атмосфере, характеризует влажность воздуха. Наблюдения за влажностью воздуха имеют большое практическое значение для сельского хозяйства, так как влажность воздуха обуславливает интенсивность транспирации растений и испарение почвы, оказывает влияние на биохимические процессы, происходящие в растениях. При большой влажности воздуха растения содержат больше углеводов, а при

сухой и жаркой погоде - белковых веществ. Отрицательно отражается на растениях как низкая, так и очень высокая влажность воздуха.

Основные характеристики влажности воздуха

1. Абсолютная влажность a – масса водяного пара, содержащаяся в единице объема воздуха. Выражается она в $\text{кг}/\text{м}^3$ или $\text{г}/\text{см}^3$.

2. Упругость водяного пара e - парциальное давление водяного пара.

Это давление, которое имел бы водяной пар, находящийся в воздухе, если бы он занимал объем, равный объему смеси при той же температуре.

Парциальное давление водяного пара выражается в гектопаскалях (гПа)

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

Между абсолютной влажностью a и парциальным давлением водяного пара l существует зависимость

$$a = \frac{0,86e}{1 + at},$$

где a - коэффициент объемного расширения газа (1/273).

Парциальное давление водяного пара может возрасти до определенного предела, который соответствует парциальному давлению водяного пара, находящегося в равновесии с плоской поверхностью воды, и называется давлением насыщенного водяного пара E .

3. Относительная влажность f - отношение парциального давления водяного пара l к давлению насыщенного водяного пара E при данной температуре, давление, выраженное в процентах. Относительная влажность характеризует степень насыщения воздуха водяным паром при данной температуре

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100.$$

4. Дефицит насыщения водяного пара d - разность между давлением насыщенного водяного пара при данной температуре и фактическим парциальным давлением водяного пара:

$$d = E - e.$$

5. Точка росы $t^{\circ}d$ - температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе при данном давлении, достигает состояния насыщения относительно химически чистой плоской поверхности воды или льда ($e = E_{td}$). Для определения точки росы $t^{\circ}d$ можно пользоваться таблицей «Максимальная упругость водяного пара». Величина упругости водяного пара, который насыщает воздух, соответствует температуре $t^{\circ}d$ - точка росы.

Определение характеристик влажности воздуха психрометрическим методом

психрометрический метод широко применяется при измерении влажности воздуха в метеорологии и до настоящего времени является основным. Для измерения влажности воздуха психрометрическим методом служат стационарный и аспирационный психрометры, а гигрометрическим – гигрометры. Для непрерывной регистрации влажности воздуха применяются гигрографы.

Стационарный психрометр (рис. 27). Прибор состоит из двух термометров с ценой деления $0,2^{\circ}$ сухого 1 и смоченного 2. Резервуар смоченного термометра плотно обернут батистом 3. Конец батиста опущен в стаканчик с дистиллированной водой 4. Вода, испаряясь с поверхности батиста, понижает температуру термометра, так как на этот процесс затрачивается большое количество тепла (около 600 кал на 1 г испарившейся воды).

Чем суше воздух, тем интенсивнее испарение воды, и, следовательно, сильнее понижается температура. Разность температур сухого и смоченного термометров характеризует степень влажности воздуха. Зная температуру сухого и смоченного термометра и давление воздуха в миллибарах, можно в таблицах найти все основные характеристики влажности воздуха.

Стационарный психрометр устанавливается в психрометрической будке так, чтобы резервуары термометров находились точно на высоте 2 м от поверхности почвы.

Недостатки стационарного психрометра

При небольшом ветре и штиле точность измерений понижается, так как увлажненный воздух в будке застаивается и испарение воды с батиста будет меньше, чем в естественных условиях.

Прибор понижает точность при наступлении отрицательных температур, а при температуре ниже 10°C вовсе перестает работать. Для этих условий применяют волосной гигрометр.

Прибор нельзя использовать на сельскохозяйственных полях для измерения влажности воздуха на различных высотах, так как психрометрическая будка слишком громоздка. Для этих целей можно использовать аспирационный психрометр.

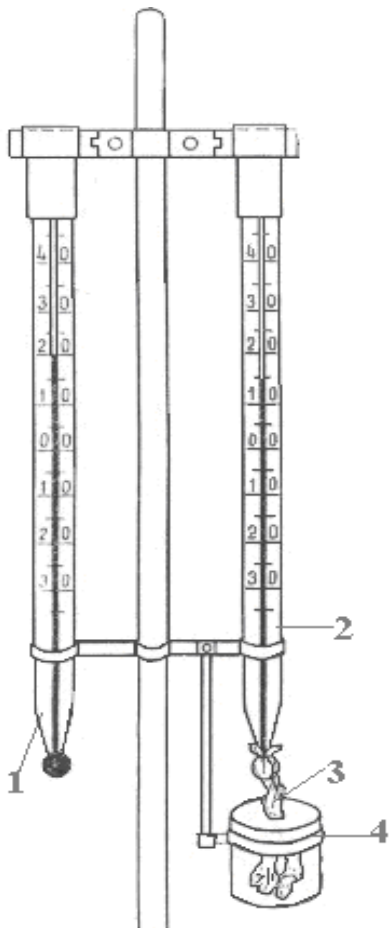


Рис. 27. Стационарный психрометр

Примеры определения характеристик влажности воздуха

На практике для ускорения процесса вычисления влажности воздуха пользуются специальными «Психрометрическими таблицами». «Психрометрические таблицы» позволяют определять по данным наблюдений психрометров все величины влажности воздуха: $e, f, d, t^{\circ}d$.

Пользуются «Психрометрическими таблицами» следующим образом. В таблице выбирают графу, соответствующую значению температуры по сухому термометру, в графе находят температуру смоченного термометра. Числа, расположенные в одной строке против значения величины в четырёх следующих графах, и есть значения $e, f, d, t^{\circ}d$.

Когда нет психрометрических таблиц, характеристики влажности воздуха можно определить по формулам.

Определение характеристик влажности воздуха при помощи аспирационного психрометра

Физический принцип действия этих психрометров такой же как и стационарного, но они содержат аспирационное устройство, обеспечивающее протяжку воздуха у резервуаров термометров с постоянной скоростью 2 м/с. Это в значительной мере исключает влияние скорости ветра на показания психрометра.

Аспирационный психрометр

Аспирационный психрометр (рис. 28) удобен для измерения влажности воздуха в полевых условиях и среди растений. По принципу действия он аналогичен стационарному.

Аспирационный психрометр состоит из двух одинаковых психрометрических термометров 1 и 2 с резервуарами цилиндрической формы. Термометры закреплены в оправе, состоящей из трубки 3, которая раздваивается книзу на две трубочки 5, 6, планок 4 и аспиратора 7. В трубках 5,6 имеются внутренние трубки 11, 12, в которых помещаются резервуары термометров. Двойные трубки защищают резервуары от нагревания солнечными лучами. Чтобы тепло от корпуса не передавалось резервуарам, трубки изолируются от него пластмассовыми кольцами 9, 10. Важной частью аспиратора является пружина, которую заводят ключом 8. В результате работы аспиратора вокруг резервуаров термометра создается постоянный ток воздуха со скоростью 2 м/с. Поэтому показания приборов не зависят от скорости ветра в окружающем воздухе. Для лучшего отражения солнечных лучей металлические части прибора никелированы. Благодаря изоляции резервуаров термометров от корпуса, хорошей никелировке его металлических поверхностей и постоянной скорости движения воздуха аспирационный психрометр не требует дополнительной защиты от действия солнечных лучей и ветра. Психрометр подвешивают на железный крюк-подвес 13. Для смачивания батиста пользуются резиновой грушей 14 со стеклянной пипеткой 15 и зажимом 16.

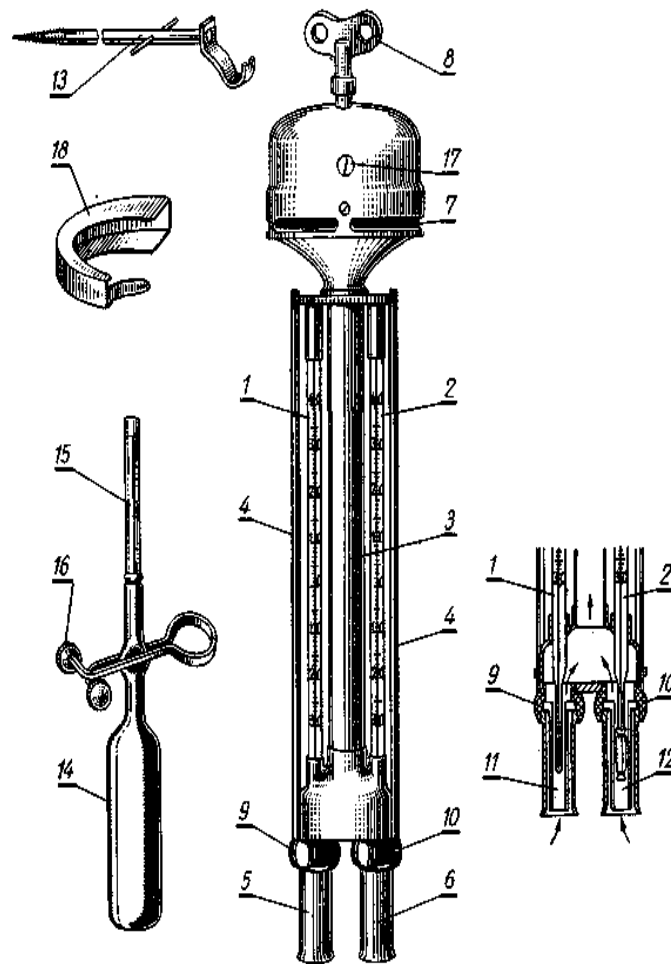


Рис 28. Аспирационный психрометр

Наблюдения. Аспирационный психрометр выносят на место измерения зимой за 30 мин, а летом за 15 мин до начала наблюдений, смачивают батист дистиллированной водой из резиновой груши за 30 мин зимой, летом за 4 мин до момента отсчета. Для смачивания, ослабив зажим, поднимают воду из груши в стеклянную пипетку до указанной на ней черты и осторожно вводят пипетку на $3/5$ в трубку, в которой находится резервуар смоченного термометра. Затем воду из пипетки спускают, а пипетку выводят из трубки. После этого ключом заводят до отказа пружину аспиратора. Отсчет производят летом через 4 мин после смачивания, а зимой через 30 мин. Так как во время отсчета вентилятор должен работать полным ходом, то зимой за 4 мин до наблюдения вентилятор заводят вторично. Отсчеты производят быстро. Сначала отсчитывают десятые доли, а потом градусы термометров.

Вычисление величин влажности воздуха по показаниям аспирационного психрометра выполняется так же, как при работе со стационарным.

Определение характеристик влажности воздуха гигрометрическим методом

Волосной гигрометр (рис. 29) служит для измерения относительной влажности воздуха. Действие гигрометра основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса изменять длину в зависимости от влажности воздуха. Чем больше относительная влажность, тем больше изменяется волос, и наоборот. Волос длиной 20 см при изменении относительной влажности от 0 до 100% удлиняется примерно на 5 мм. С течением времени волос теряет чувствительность, поэтому прибор необходимо тарировать и вносить поправки.

Несмотря на небольшую точность, прибор широко используется в метеорологии. Это объясняется тем, что гигрометр хорошо работает при низких отрицательных температурах, в то время как стационарный, или аспирационный психрометр, в этих условиях работать не могут.

В некоторых гигрометрах вместо волоса используют животную пленку, которой обтягивают кольцо. Центр пленки через систему рычагов соединяется со стрелкой, передвигающейся по шкале.

Устройство. На металлической рамке укрепляется волос 1, натянутый на металлическую раму 2. Один конец его закреплен в нижней части регулировочного винта 3, другой в отверстии металлической дужки 5, насаженной на стержень 6, зажатый винтом 9. Крепление волоса внизу и сверху производится деревянными штифтами 4 и шеллаком. Стержень 6 и стрела 8 укреплены на одной оси 11. Стрелка перемещается по шкале 10. Шкала разделена на 100 неравномерных делений, так как удлинение волоса тоже неравномерно: оно значительно больше при низкой относительной влажности, чем при высокой. Изменение длины волоса вызывает перемещение стрелки по шкале. Цена деления шкалы равна 1%

относительной влажности. Регулировочным винтом 3 можно легко сместить стрелку на требуемое деление, ослабив контргайку. Перевод стрелки осуществляется вращением гайки. Это делают во время проверки прибора.

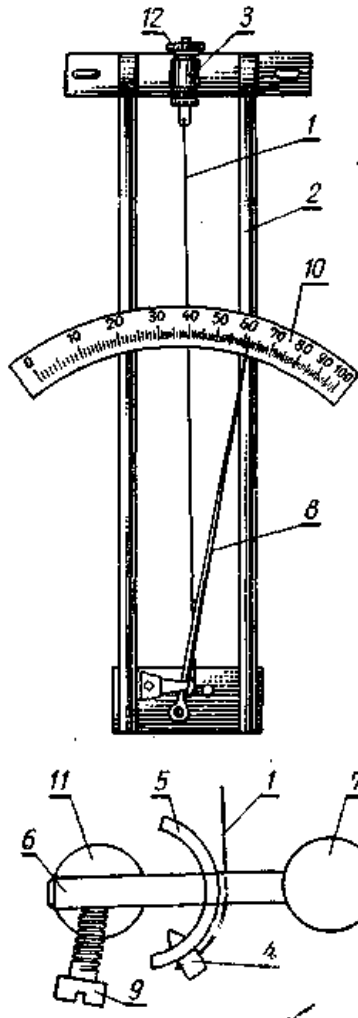


Рис. 29. Волосной гигрометр

Наблюдения. Волосной гигрометр устанавливают в психрометрической будке между сухим и смоченным термометрами. Перед подготовкой гигрометра к работе стрелку устанавливают соответственно показаниям психрометра. Для установки стрелки гигрометра на нужное деление следует освободить контргайку и поворачивать регулировочный винт до тех пор, пока стрелка не станет на заданное деление. После этого регулировочный винт снова закрепляют контргайкой. Отсчеты по гигрометру проводят с точностью до 1 %. Волосной гигрометр – относительный прибор. Поэтому в его показания вводят поправку, которую получают путём сравнения показаний гигрометра с показаниями психрометра. Для этого строят график (рис. 30) по ежедневным отсчетам психрометра и волосного гигрометра в течение одного месяца до наступления морозов:

по оси абсцисс откладывают относительную влажность по гигрометру, по оси ординат - относительную влажность по психрометру.

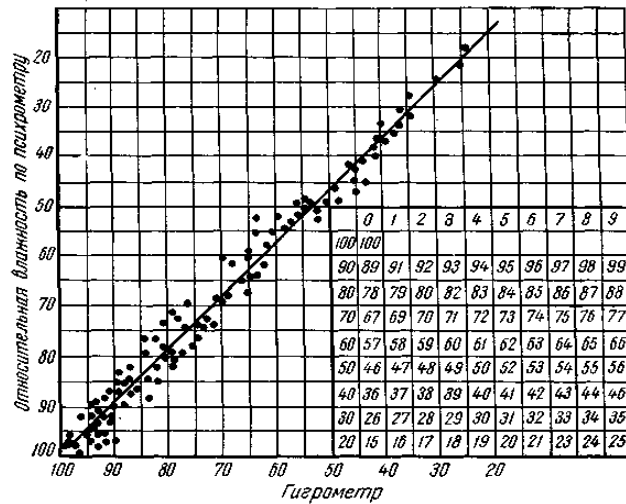


Рис. 30. График для сравнения показаний гигрометра и психрометра

Гигрограф волосной

Гигрограф волосной (рис. 31) предназначен для непрерывной регистрации изменений относительной влажности воздуха.

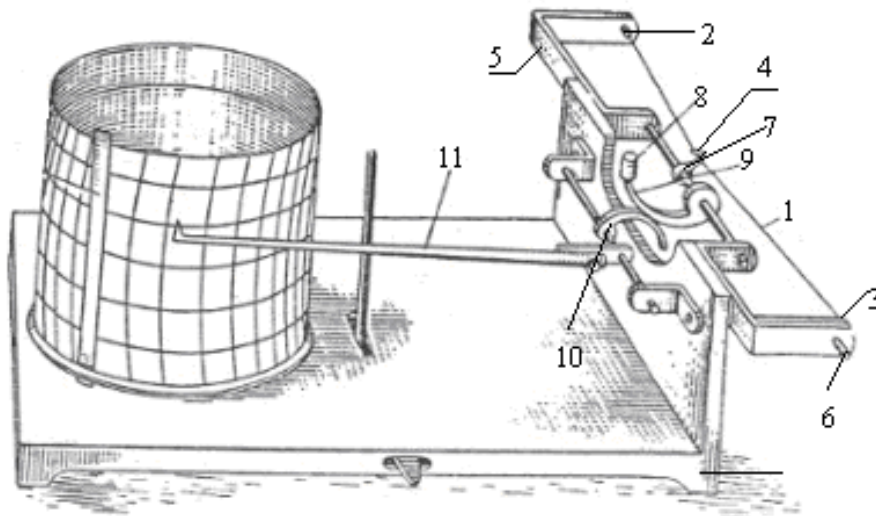


Рис. 31. Гигрограф волосной

Приемной частью его является пучок обезжиренных волос *1*, закрепленных с помощью эбонитовых втулок на металлическом кронштейне *5* в точках *2* и *3*. Передающая часть гигрографа представляет собой систему рычагов двух коленчатых валиков. Пучок волос за середину оттянут на крючок *4*, который соединен тягой с рычагом *7*. Таким образом, изменение длины волос воспринимается рычагом *7* и передается на рычаг *9*,

соприкасающийся с рычагом *10* второго коленчатого вала. Вторым рычагом этого вала является стрелка *11* с пером на конце. Криволинейные рычаги *9* и *10* скользят один по другому. При такой передаче исключается обрыв волос при случайном нажиме на рычаг *11*. Кроме того, криволинейные рычаги компенсируют неравномерность удлинения волоса. Благодаря криволинейным рычагам, кривизна которых специально рассчитана, достигается равномерное перемещение пера на ленте при неравномерных изменениях длины пучка волос с изменением влажности. Пучок волос находится в натянутом состоянии благодаря противовесу *8*, которым заканчивается рычаг *9*.

Регистрирующей частью гигрографа служит барабан с часовым механизмом. В зависимости от скорости вращения барабана гигрографы различают на суточные и недельные. На барабан надевают бумажную ленту, где параллельные горизонтальные линии соответствуют относительной влажности воздуха в процентах, вертикальные дуги - времени: на суточных лентах одно деление равно 15 мин, а на недельных - 2 ч.

В настоящее время наряду с волосными гигрографами выпускают и пленочные.

[к содержанию](#)

ТЕМА 5 ИЗМЕРЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВЫПАВШИХ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ И ЗАПАСА ВОДЫ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ

Атмосферные осадки - это вода в жидком или твердом состоянии, выпадающая из облаков, или осаждающаяся из воздуха на поверхности земли и на предметах. Количество выпавших осадков измеряется толщиной слоя воды в миллиметрах, который образовался бы на горизонтальной поверхности при условии, что выпавшие осадки не просачивались в почву, не стекали и не испарялись.

При сильных дождях наряду с количеством осадков необходимо знать их интенсивность. Она определяется слоем осадков в миллиметрах, выпавших за 1 мин. Для практических целей часто приходится количество осадков выражать в $\text{м}^3/\text{га}$ или $\text{т}/\text{га}$. Таким образом, если слой осадков в 1 мм соответствует 0,001 м, а $1 \text{ га} = 10000 \text{ м}^2$, то объем воды, выпавшей на 1 га, будет равен $10 \text{ м}^3/\text{га}$, или $10 \text{ т}/\text{га}$ ($0,001 \times 10000$). Следовательно, для выражения осадков в $\text{м}^3/\text{га}$ или $\text{т}/\text{га}$ надо количество их в миллиметрах умножить на 10. Например, выпало 22 мм осадков, значит, 1 га получил 220 м^3 , или 220 т воды.

В зимнее время наблюдения ведутся за снежным покровом: определяется его высота и плотность. Высота снежного покрова измеряется в сантиметрах, а плотность выражается отношением объема воды в снеге (см^3) к объему снега (см^3) или отношением веса снега (г) к объему снега (см^3). Атмосферные осадки - основной источник накопления влаги в почве.

Приборы для измерения осадков

Для измерения количества осадков применяются осадкомеры и дождемеры, для определения динамики выпадения и интенсивности осадков - плувиографы, для наблюдений за снежным покровом - снегомерные рейки и снегомеры.

Осадкомер Третьякова (рис. 32) применяется для измерения количества осадков, выпадающих в жидком и твердом виде. В комплект осадкомера входят два цилиндрических ведра, крышка, ветровая защита и измерительный стакан. Ведро 3 осадкомера имеет диаметр 169,5 мм, высоту 400 мм и приемную площадь 200 см^2 . Внутри ведра впаяна диафрагма 2 в виде усеченного конуса. Для уменьшения испарения из ведра 3 в летнее время отверстие диафрагмы закрывают воронкой 1 с маленьким отверстием для стока. С внешней стороны ведра для слива собранных осадков припаян носик 5, который заканчивается колпачком 4 с цепочкой. Ведро закрывают крышкой при переносе его с площадки и на время таяния снега в нем. Собранные осадки выливают в измерительный стакан 9, который

представляет собой мензурку с делениями. Одно деление стакана по объему равно 2 см^3 . При площади приемной части ведра 200 см^2 такая величина соответствует $0,1 \text{ мм}$ слоя воды в ведре. Защита *б* состоит из 16 планок, имеющих форму равнобедренной трапеции и изогнутых по шаблону. Верхние концы планок отогнуты во внешнюю сторону и находятся на одной высоте с краем ведра. *Установка.* Устанавливают осадкомер на металлической подставке с таким расчётом, чтобы приемная часть осадкомера находилась на высоте 2 м .

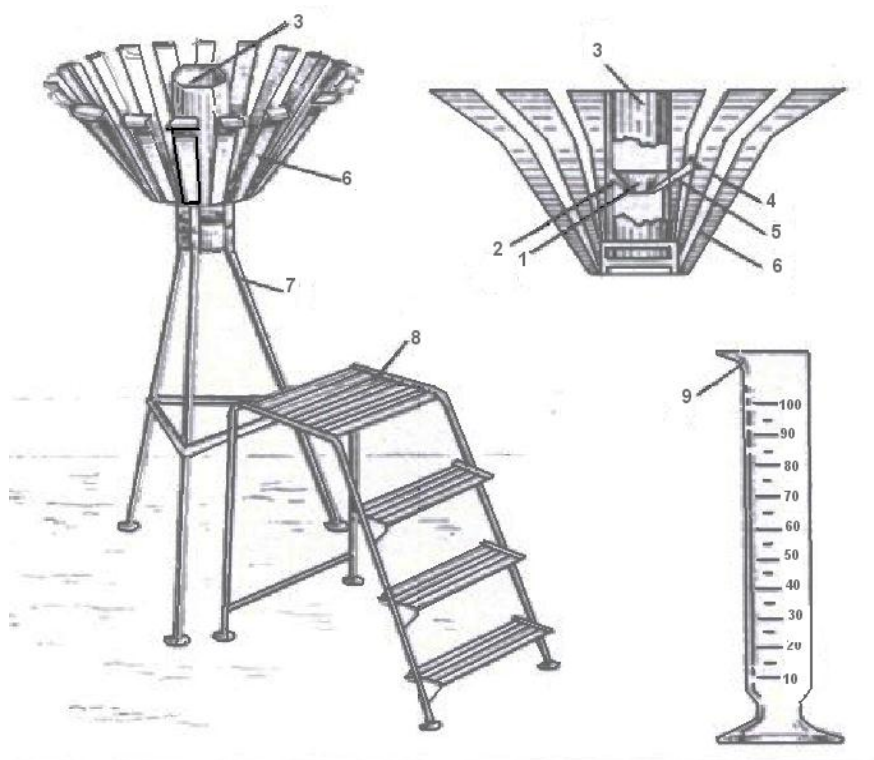


Рис. 32. Осадкомер Третьякова

Окружающие предметы должны быть удалены от него на расстояние не менее трехкратной высоты их. Рядом с осадкомером устанавливают лесенку 8.

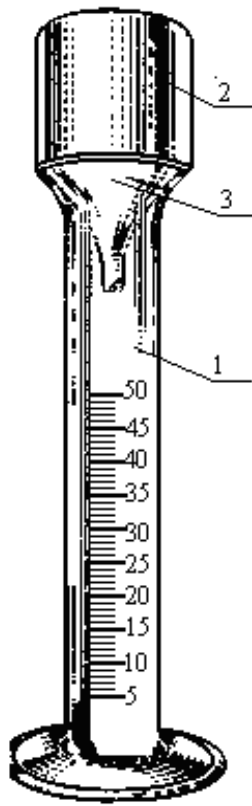
Наблюдения. Осадки, которые находятся в ведре, переливают через носик в измерительный стакан. Если осадки в виде снега, то измерять их надо после того, как снег растает.

К каждому измеренному количеству осадков вводится поправка на смачивание осадкомерного ведра. Если в измерительном стакане вода

окажется на середине первого деления или выше, то делают поправку, равную двум делениям стакана (0,2 мм слоя), если меньше половины деления, то - одно деление стакана (0,1 мм слоя).

Стакан во время измерений должен стоять вертикально. Если осадков окажется больше 10 мм, то их сливают в стакан в несколько приемов и каждый раз записывают число делений. Для перевода в миллиметры число делений стакана следует разделить на 10 и сделать поправку на смачивание.

Дождемер Давитая (рис. 33) применяется для измерения жидких осадков, он удобен для измерения осадков среди растений.



Дождемер представляет собой цилиндрический стеклянный стакан 1 с расширенной верхней частью 2. Приемная площадь дождемера 30 см, высота 34 см. Для уменьшения испарения в стакан вставляется стеклянная воронка 3. Дождемер устанавливают на деревянной или металлической подставке с таким расчетом, чтобы верхний край дождемера находился на высоте 2 м от земли. Для учета осадков среди растений его можно устанавливать в междурядье прямо на почву.

Отсчеты производят по делениям, нанесенным на стенки стакана, в целых

Рис. 33. Дождемер миллиметрах.

Давитая

Плювиограф (рис. 34) служит для непрерывной регистрации количества и интенсивности жидких осадков. По показаниям плювиографа можно вычислить и общее количество осадков за какой-нибудь промежуток времени.

Плювиограф состоит из цилиндрического сосуда 1 приемной площадью в 500 см^2 . В нижней части сосуд переходит в конус, заканчивающийся сливной

трубкой, которая вставляется в воронку трубки 2, идущей от поплавковой камеры 3. Приемный сосуд соединен с железным цилиндрическим корпусом. Передняя часть его имеет вырез и заканчивается дверцей. Поплавковая камера укреплена внутри корпуса. Осадки через приемное ведро поступают в поплавковую камеру, внутри которой находится полой металлический поплавок 4 со стержнем 5 и стрелкой 6, заканчивающейся пером. Сбоку поплавковой камеры впаяна трубка 7, в которую вставляется стеклянный сифон 8. Рядом с поплавковой камерой укреплен барабан 9 с часовым механизмом. На барабан надевается бумажная лента. Горизонтальные линии на ней соответствуют количеству осадков, а вертикальные - времени. Одно горизонтальное деление равно 0,1 мм осадков, а одно вертикальное - 10 мин. На крышке поплавковой камеры укреплен арретир, служащий для отвода стрелки от барабана. В нижней части корпуса прибора помещается контрольный сосуд 10, в который сливаются осадки из поплавковой камеры.

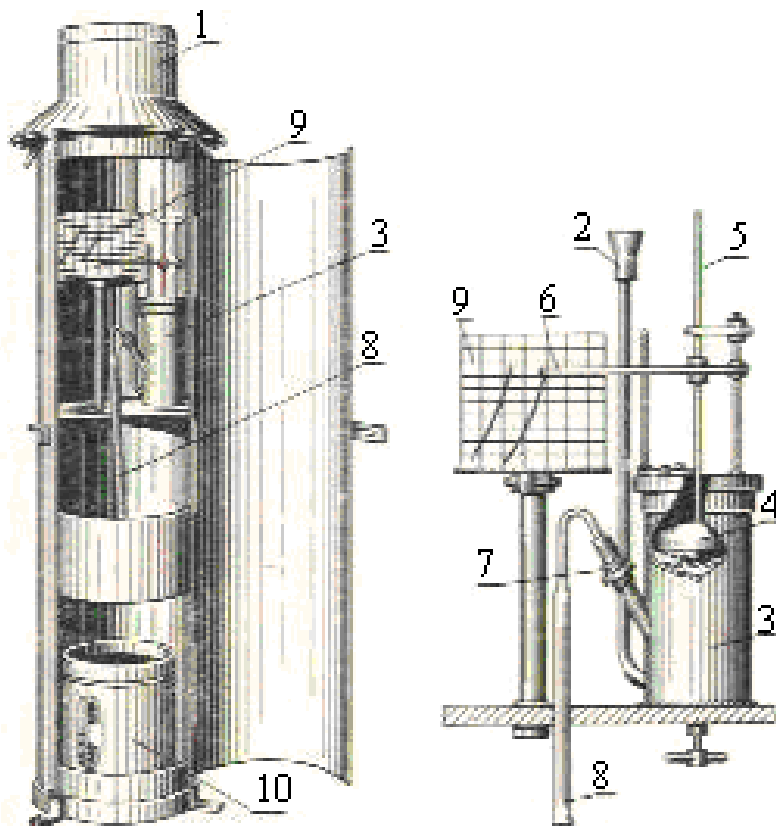


Рисунок 34 - Плувиограф

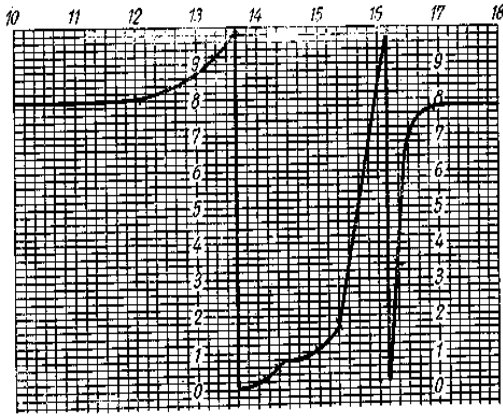


Рис. 35. Лента плувиографа

При выпадении осадков вода из приемного сосуда 1 переливается в поплавковую камеру 3. При этом поплавок, находящийся в камере, поднимается, и перо начинает писать на ленте 9 (рис. 35), причем, чем интенсивнее осадки, тем круче подъем кривой. Как только осадки заполняют поплавковую камеру, начинает дейст-

вовать сифон 8, и вода из камеры автоматически выливается в контрольный сосуд. В этот момент перо опускается вниз и чертит на ленте вертикальную линию от верхнего края до нулевого положения. Если осадки продолжают выпадать, поплавковая камера снова наполняется водой и перо поднимается вверх. Если осадки прекращаются, перо чертит на ленте горизонтальную линию.

Устанавливают плувиограф горизонтально на открытой площадке на специальном столбе так, чтобы его верхняя часть была на высоте 2 м от поверхности почвы. Укрепляется плувиограф проволочными оттяжками. Ленты плувиографа меняют ежедневно. При записи, сделанной на ленте, можно судить о количестве выпавших осадков за сутки и их интенсивности в различные промежутки времени, а также о продолжительности выпадения осадков.

Интенсивность дождя i определяется в как отношение количества выпавших осадков n в мм ко времени их выпадения t

$$i = \frac{n}{t},$$

Недостатки плувиографа. Он не позволяет правильно записать ход выпадения града (град медленно тает в ведре и искажает фактическую картину выпадения). Прибор не может записать ход выпадения твердых осадков (снег, крупа). Он не имеет ветровой защиты, что снижает точность

измерений. Поскольку установка плювиографа стационарная, затрудняется размещение его на полях, где проводятся те или иные агротехнические мероприятия.

Снегомерные рейки. Снежный покров залегают неравномерно по территории и поэтому его измеряют в нескольких местах. Для этого применяют постоянные и переносные снегомерные рейки.

Постоянная снегомерная рейка (рис. 36) представляет собой деревянный брус длиной около 2 м, шириной не менее 5 см, размеченный на сантиметры. Установку рейки производят осенью до начала снегопадов.

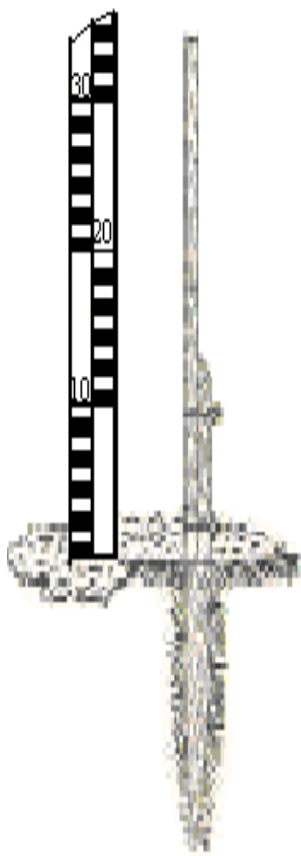


Рис. 36. Постоянная снегомерная рейка

В выбранном месте забивают в землю деревянный заостренный брус (длиной 40-60 см) с запиленной ступенькой. К этому брусу привинчивают снегомерную рейку. Обычно на метеоплощадке устанавливают три постоянные снегомерные рейки, располагая их по треугольнику. Расстояние между рейками должно быть не менее 10 м. *Наблюдения* за высотой снежного покрова по постоянным рейкам ведут с одного и того же места на расстоянии 5-6 шагов от рейки. Так как около рейки может образоваться воронка от ветра, то при отсчетах взгляд должен быть направлен возможно ближе к поверхности снежного покрова. Отсчёт производят в сантиметрах. За высоту снежного покрова на каждом участке принимается среднее арифметическое из отсчетов по трем рейкам.



Рис. 37. Переносная снегомерная рейка

Переносная снегомерная рейка (рис. 37) это деревянный брусок длиной 130-180 см, шириной 4 см и толщиной 2 см. Нижний конец её заострен и обит жёстью. Начало деления совпадает с нижним обрезом наконечника.

При измерении снежного покрова переносную рейку опускают вертикально заостренным концом в снег до поверхности почвы. После этого отсчитывают показания в целых сантиметрах.

Весовой снегомер (рис. 38) служит для определения плотности снежного покрова и запасов воды в снеге в полевых условиях. Весовой снегомер состоит из металлического цилиндра 1 и весов. Высота цилиндра 60 см, площадь поперечного сечения 50 см². На одном конце его находится толстое кольцо 2 с заточенным краем, другой конец может закрываться крышкой 3.

Для определения высоты снежного покрова на цилиндре нанесены деления в сантиметрах. Нулевым делением шкалы является нижний обрез заточенного кольца. Вдоль цилиндра свободно перемещается кольцо 4, к которому прикреплена дужка 5 для подвешивания цилиндра к весам.

Весы снегомера состоят из латунной линейки 6, разделенной призмой на два неравных плеча. Призма обращена острием вниз и расположена под указателем-стрелкой 7. На эту призму надевается серьга 8, за кольцо которой наблюдатель держит весы. На конце меньшего плеча с помощью второй призмы крепится крючок 9 для подвешивания цилиндра. На большем плече нанесены деления и находится передвижной груз 10 для уравнивания весов.

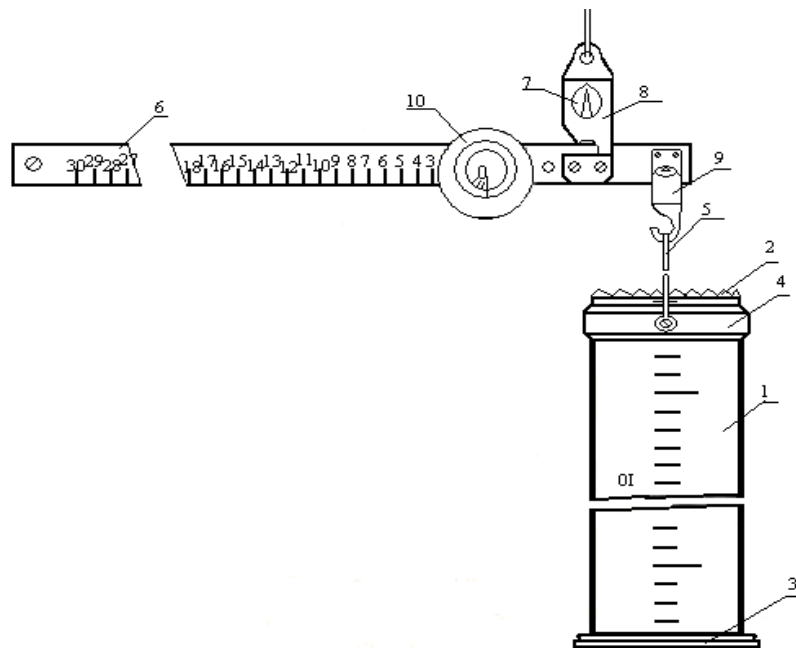


Рис. 38. Весовой снегомер

Деления шкалы нанесены от 0 до 300, причем обозначены десятки делений от 1 до 30. Одно деление соответствует 5 г. Для отсчета делений в передвижном грузе сделан вырез, на скошенном крае которого есть риска. Положение равновесия определяется по совпадению указателя-стрелки 7 с риской на серьге 8.

Наблюдения. Снегомер выносят из помещения за 30 мин до наблюдения. Проверяют равновесие весов с подвешенным к ним пустым цилиндром. Если показания весов не совпадают с нулевым делением, то это новое показание записывают и принимают за нулевое. После проверки цилиндр погружают в снег заостренным краем до тех пор, пока он не дойдет до почвы, и отсчитывают высоту снежного покрова h по шкале, нанесенной на цилиндре.

По высоте снега вычисляют его объем, он равен $50 h \text{ см}^3$ затем с одной стороны снегомера лопаткой отгребают снег, ее подсовывают под цилиндр, чтобы закрыть нижнее отверстие. В таком положении цилиндр вынимают из снега, поворачивают крышкой вниз и подвешивают на крючок весов за ручку скользящего кольца. Перемещая груз по линейке весов, уравнивают их и отсчитывают положение груза на линейке n (число делений).

Для определения массы снега в цилиндре снегомера число делений на линейке n умножают на 5, то есть вес снега будет $5n$ г. После записи результата цилиндр освобождают от снега. При последующих измерениях необходимо каждый раз определять нулевое положение.

Плотность снежного покрова d определяют как отношение массы снега к его объему

$$d = \frac{5n}{50h} = \frac{n}{10h}.$$

Плотность снега вычисляется с точностью до сотых долей г/см³, для чего деление n на $10h$ производится до третьего десятичного знака, а результат округляется до второго десятичного знака.

ПРИМЕР. Отсчет по шкале цилиндра $h = 26$ см, отсчет по линейке весов $n = 59$. Плотность равна

$$d = \frac{59}{(10 \cdot 26)} = 0,227$$

После округления = 0,23 г/см³

Весовым снегомером можно сразу определить запасы воды в снеге (то есть слоя воды, который образуется при таянии всего снежного покрова) в миллиметрах. Зная объем воды ($5n$ см³) и приемную площадь цилиндра (50 см²), можно рассчитать высоту слоя воды. Для этого $5n$ см³ делим на 50 см² и для перевода в миллиметры умножаем на 10. Таким образом, высота слоя воды в миллиметрах будет равна числу делений на весах n

$$\frac{5n \cdot 10}{50} = n.$$

Если известен запас воды, можно рассчитать, сколько воды в тоннах или кубических метрах получит 1 га от таяния снега. Для этого число делений на весах умножают на 10. Например, весы показали 40 делений, значит, запасы воды равны 400 м³/га.

Определение высоты и плотности снежного покрова производится на специально выбранных площадках и по маршрутам.

Измерение испарения

В результате испарения почва теряет большое количество воды, поэтому определение величины испарения имеет очень большое практическое значение для сельского хозяйства. Величина испарения обычно выражается толщиной слоя (в мм) испарившейся воды.

Для измерения испарения с почвы применяют почвенные испарители. В зависимости от назначения они бывают разных конструкций.

Почвенный испаритель ГГИ – 500-50 (рис. 39) состоит из внутреннего цилиндра, внешнего цилиндра-гнезда 2, водосборного сосуда 3 и двух ручек 4 для переноски испарителя. Во внутренний цилиндр 1, высота которого 500 мм и диаметр 252,3 мм (сечение 500 см²), помещают почвенный монолит.

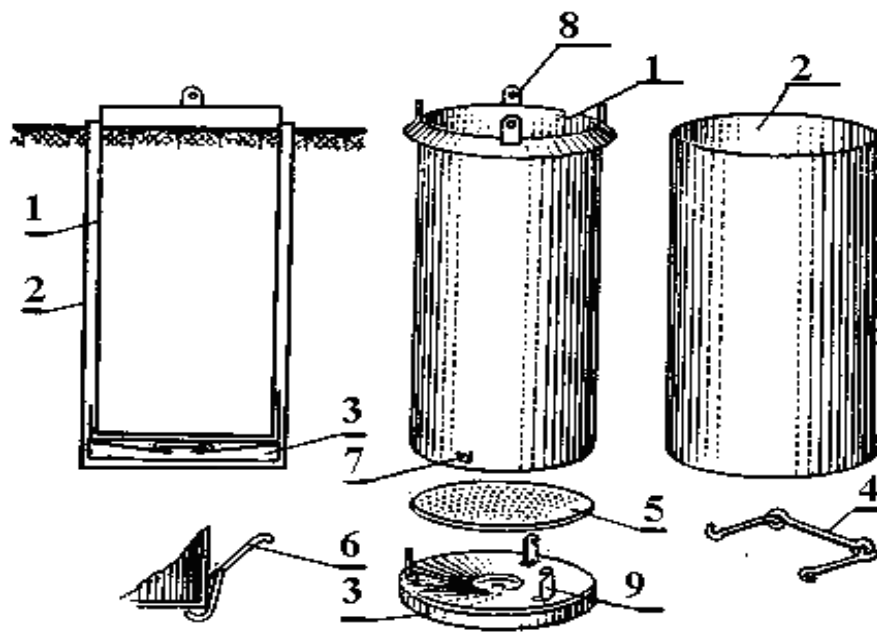


Рис 39 Почвенный испаритель ГГИ-500-50

Дно 5 внутреннего цилиндра съемное и имеет отверстия диаметром 2 мм для стока воды, просочившейся через почвенный монолит. С наружной стороны дно имеет три зубца для прикрепления его к цилиндру защелками 6. Защелки цепляются проволоочными захватами за зубья дна, а рычаги их помещаются на упоры 7, приваренные снизу цилиндра. У верхнего края цилиндра имеются козырек шириной 35 мм для прикрытия зазора между

внутренним и внешним цилиндрами и ушки 8 с отверстиями для крепления ручек при подъеме и переносе испарителя. Вес внутреннего цилиндра с монолитом около 40 кг.

Внешний цилиндр 2 является гнездом для внутреннего цилиндра, поэтому размеры его немного больше: высота 535 мм, диаметр 283 мм. Дно внешнего цилиндра водонепроницаемое. Водосборный сосуд 3 служит для сбора воды, просачивающейся через монолит, и представляет собой цилиндрическую банку высотой 30 мм и внутренним диаметром 252 мм. Сверху водосборный сосуд закрыт воронкой с двумя отверстиями. Через центральное отверстие (диаметр 40 мм) стекает просочившаяся через монолит вода, а через боковое отверстие (диаметр 10 мм), расположенное у края верхней части воронки, вода из водосборного сосуда при наблюдениях переливается в измерительный стакан. Водосборный сосуд присоединяется к внутреннему цилиндру планками 9, расположенными на верхнем крае сосуда.

В комплект испарителя входят весы, подъемное устройство и почвенный дождемер (см. рис. 36). Весы помещаются в будке, которая предохраняет их от ветра при взвешивании.

Установка. Для большей точности на испарительной площадке устанавливают два почвенных испарителя. Вначале готовят круглые ямы глубиной 520 мм, диаметром около 300 мм, в которые устанавливают внешние цилиндры так, чтобы верхний край выступал над почвой на 15 мм. При закапывании щели между гнездом и краями ямы почву укладывают слой за слоем в порядке естественного залегания и утрамбовывают дощечкой. Оставшуюся почву выносят с испарительной площадки.

В цилиндры-гнезда устанавливают внутренние цилиндры с почвенными монолитами. Зарядку испарителей производят на площадке для взятия монолитов, которая расположена на расстоянии 50 м от испарительной площадки. Место взятия монолита закапывают и отмечают колышком. Повторно монолиты в этих местах не берут. Для зарядки

испарителя почвенным монолитом внутренний цилиндр без дна ставят на почву и вдавливают в нее. Затем почву вокруг цилиндра окапывают на 3—5 см и цилиндр осаживают под давлением и снова окапывают вокруг. Цилиндр должен быть погружен так, чтобы верхний край его оказался на 10—15 мм выше монолита. После этого под испаритель подводят дно, которое прикрепляют к цилиндру с помощью защелок.

Заряженный испаритель переносят на испарительную площадку и взвешивают на весах. Затем к испарителю прикрепляют водосборный сосуд и опускают в гнездо. Заряжают испарители два или три раза в месяц: при двухразовой зарядке 6 и 16-го, а при трехразовой 6, 16 и 26-го числа каждого месяца. Разрядку испарителей производят на той же площадке, где и зарядку.

Почвенный дождемер для измерения осадков устанавливается на расстоянии 1 м от испарителя.

Наблюдения. На почвенных площадках ежедневно в 7-9 ч ведут наблюдения за осадками, а в день взвешивания монолитов - непосредственно перед их взвешиванием.

Для взвешивания испаритель переносят к весам. Сначала с него снимают водосборный сосуд, а потом только взвешивают цилиндр с монолитом. Воду из водосборного сосуда выливают в измерительный стакан для определения количества просочившейся воды. После этого водосборный сосуд промывают, присоединяют к цилиндру с монолитом и испаритель вновь устанавливают в гнездо.

Обработка наблюдений. Испарение вычисляют по формуле

$$W = \frac{10}{S}(P_1 - P_2) + x - y,$$

где W — испарение слоя воды за время между двумя взвешиваниями в миллиметрах, S — площадь испарителя в см^2 , P_1 — масса монолита в предыдущий срок измерения в граммах, P_2 — масса монолита в текущий срок измерения в граммах, x — количество осадков в миллиметрах (по

почвенному дождемеру), y — количество воды, просочившейся в водосборник между сроками наблюдений, в миллиметрах.

[к содержанию](#)

ТЕМА 6 ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА

Ветер - это движение воздуха в горизонтальном направлении. Он характеризуется двумя величинами: направлением и скоростью.

Направление ветра определяется той частью горизонта, откуда перемещается воздушный поток, и измеряется в румбах или градусах. Обозначается направление начальными буквами названия стран света: север (С), юг (Ю), восток (В), и запад (З). При обозначении промежуточных румбов называют оба румба, между которыми находится данное направление ветра, причем первым называют всегда основной румб (рис. 40). Скорость ветра выражается количеством метров, которое воздушный поток проходит в 1 с (м/с).

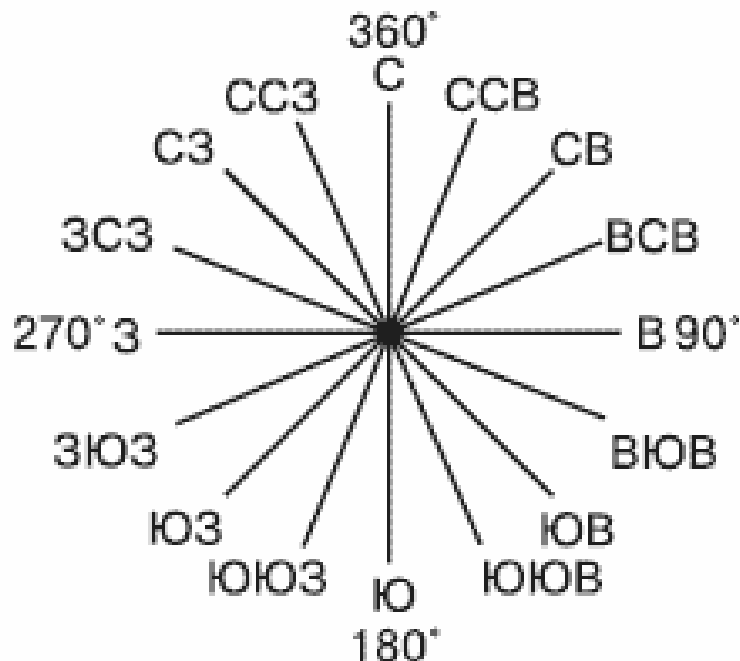


Рис. 40. Обозначение направления ветра первоначальными буквами (румбы)

Приборы для измерения направления скорости ветра

Флюгер (рис. 41) является наиболее распространенным прибором для измерения направления скорости ветра. Указателем направления ветра флюгера служит двухлопастная флюгарка 1 с противовесом 2 и восемь штифтов 3, ввинченных в муфту 4, четыре штифта длинных и четыре коротких. Длинные штифты соответствуют направлению С, Ю. 3, В, короткие - СЗ, СВ, ЮЗ, ЮВ. Штифт, обозначенный буквой С или N, должен быть направлен строго на север. Под действием ветра флюгарка вращается вокруг вертикальной оси.

Направление ветра определяют по положению противовеса флюгарки относительно штифта. Указатель скорости ветра состоит из железной доски 5, свободно качающейся над флюгаркой около горизонтальной оси 6, закрепленной на металлическом стержне 7, и восьми штифтов, ввинченных в дугу 8, которая также соединена с осью 6 металлическим стержнем 9. Нумерация штифтов начинается с отвесного штифта, имеющего нулевой номер. При сборке флюгера плоскость доски поворачивают перпендикулярно противовесу флюгарки. При такой установке ось вращения доски будет всегда перпендикулярна направлению ветра. Под действием ветра доска отклоняется на тот или иной угол. Скорость ветра определяют по положению ребра доски относительно штифтов и переводят в м/с.

Наблюдения. При определении направления ветра наблюдатель стоит под указателем направления ветра, следит за положением противовеса флюгарки относительно штифтов, отмечает среднее положение противовеса за 2 мин.

Для определения скорости ветра необходимо несколько отойти от столба флюгера и встать так, чтобы доска и дуга со штифтами были хорошо видны. Скорость ветра непрерывно изменяется. Поэтому отмечают номер штифта, соответствующего среднему положению доски, в течение 2 мин. После этого скорость ветра по номеру штифта переводят в м/с.

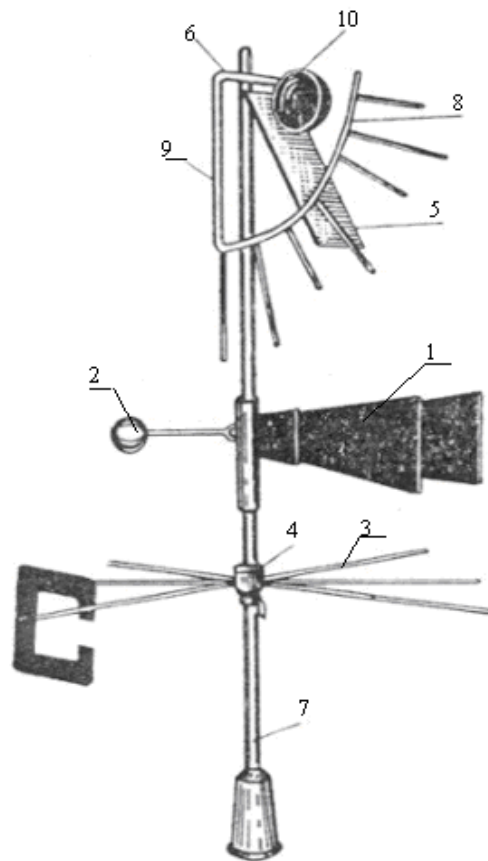


Рис.41. Флюгер стационарный

Ручной анемометр чашечный (рис. 42) со счетным механизмом применяется для измерения средней скорости ветра за какой-либо промежуток времени.

Приемником анемометра является крестовина с четырьмя полушариями, обращенными выпуклостью в одну сторону, или вертушка 1. Она крепится на металлической оси 2, нижний конец которой заканчивается «бесконечным» винтом. Полушария защищены от механических повреждений проволочными дужками 3. «Бесконечный» винт при своем вращении приводит в движение систему зубчатых колес, передающих движение трем стрелкам счетного механизма. Счетный механизм прибора помещен в корпусе 4. Циферблат 5 счетного механизма имеет три шкалы, по которым отсчитывают тысячи, сотни, десятки и единицы оборотов. По показаниям большой стрелки отсчитывают десятки и единицы оборотов.

Циферблат имеет 100 делений (от 0 до 100). По показаниям двух маленьких стрелок отсчитывают сотни и тысячи оборотов, соответствующие им циферблаты имеют по 10 делений. На циферблате одной из них написано «сотни», на другой - «тысячи». При полном обороте большой стрелки маленькая стрелка на циферблате с надписью «сотни» повернется на одно деление. Счетный механизм включается арретиром 6. В корпусе прибора по обе стороны арретира 6 ввинчены два ушка 7.

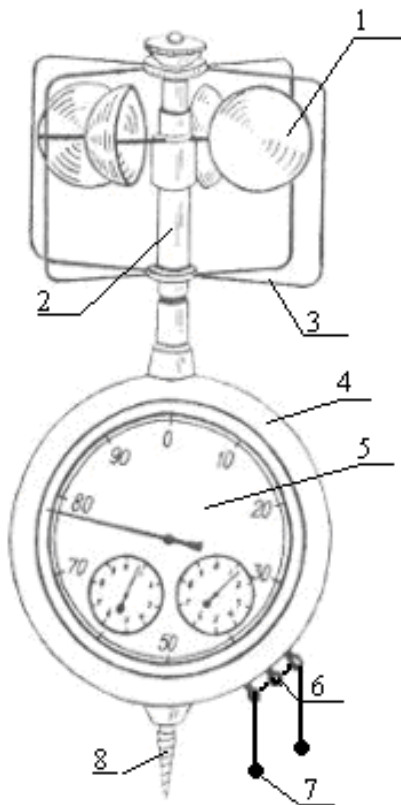


Рис. 42. Анемометр ручной чашечный

Для того, чтобы включать и выключать прибор, когда он установлен выше уровня глаз. Для этого к арретиру 6 привязывают шнурок, а концы его пропускают в ушки 7.

Наблюдения. Анемометр устанавливают на деревянном столбе на нужную высоту или держат на вытянутой руке циферблатом перпендикулярно направлению ветра. Наблюдая, выключаем счетчик, записываем начальные показания, то есть положение всех трех стрелок на циферблатах (тысячи, сотни, десятки, единицы). Через 1-2 мин, когда скорость вращения полушарий установится, счетчик анемометра включают. Через определенное время (например, 100 с) счетчик выключают и вновь записывают показания прибора в секундах.

Секундомер включают и выключают одновременно с арретиром анемометра. По разности отсчетов, деленных на время работы прибора, по анемометру до и после наблюдений определяют число делений счетчика в 1 с.

Анемометр ручной индукционный (рис. 43) предназначен для определения скорости ветра в пределах от 2 до 30 м/с. Действие анемометра основано на принципе измерения угловой скорости вращения трехчашечной метеорологической вертушки. Вертушка является приемной частью анемометра. Она состоит из трех чашек, жестко закрепленных во втулке, насаженной на ось, которая вращается. На нижнем конце оси укреплена магнитная система, состоящая из магнита, магнитопровода и температурного компенсатора.

Воздушный поток действует на прибор, вертушка вместе с осью вращается в одну и ту же сторону. Вращающаяся вместе с осью магнитная система создаёт вращающееся магнитное поле, вызывающее в металлическом колпачке вихревые токи.



Взаимодействие вихревых токов с вращающимся магнитным полем вызывает момент, под действием которого поворачивается колпачок. Величина угла поворота оси с колпачком пропорциональна числу поворотов вертушки. Следовательно, отклонение стрелки анемометра связано определенной зависимостью со скоростью ветра. Скорость ветра определяется по положению стрелки на шкале.

Наблюдения. Перед началом работы необходимо проверить работоспособность прибора. С этой целью надо подуть на него и наблюдать за движением стрелки. При прекращении вращения вертушки стрелка должна плавно возвращаться к нулевому делению шкалы.

Рис. 43. Ручной индукционный анемометр

Устанавливают индукционный анемометр так же, как и чашечный. Через 10-15 с, когда вертушка достигнет скорости вращения, соответствующей скорости ветра, сделать отсчет по шкале.

Ввиду того, что стрелка все время колеблется, отсчет надо делать по среднему значению. По таблице 4 нужно определить инструментальную поправку.

Таблица 3

Перевод числа делений в секунду в скорость ветра в м/с

Число делений в с	Скорость ветра, м/с	Число делений в с	Скорость ветра, м/с	Число делений в с	Скорость ветра, м/с
0,5	0,9	1,6	2,0	3,0	3,3
0,6	1,0	1,8	2,2	3,2	3,4
0,7	1,1	2,0	2,3		
0,8	1,2	2,2	2,6	3,4	3,5
0,9	1,3	2,4	2,8	3,6	3,6
1,0	1,4	2,6	3,0	4,0	4,0
1,2	1,6				
1,4	1,8	2,8	3,2	5,0	5,0

Таблица 4

Инструментальная поправка для исправления скорости ветра, измеренной по индукционному анемометру

Показание анемометра	Поправка, м/с	Показание анемометра	Поправка, м/с
2	+0,1	—	—
3	-0,1	12	-0,1
4	+0,1	14	-0,2
6	+0,1	16	-0,2
8	0	20	-0,3
10	-0,1	25	-0,4
		30	-0,6

[к содержанию](#)

ТЕМА 7 АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Атмосферное давление определяется как сила, действующая на единицу поверхности (см^2 , м^2).

Единицей давления в системе СИ¹ является Паскаль (Па), а также миллибар и миллиметр ртутного столба (мб, мм). Соотношение этих единиц:

$1 \text{ Па} = 10^{-2} \text{ мб} = 10^{-2} \cdot 0,75 \text{ мм рт.ст.}$; $1 \text{ мб} = 10^2 \text{ Па} = 0,75 \text{ мм рт.ст.}$ Для перевода атмосферного давления из мм в мб надо мм : 0,75. На уровне моря давление колеблется от 885 до 1080 мб или гПа (гектопаскалей). $885 \times 0,75 = 763,75 \text{ мм рт. ст.}$

$1000 \text{ гПа} = 750 \text{ мм рт. ст.}$

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

Приборы для измерения атмосферного давления

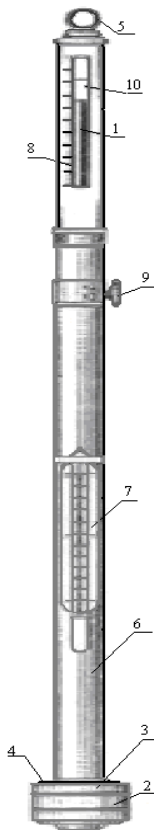


Рис. 44. Стационарный чашечный барометр

Стационарный чашечный барометр (рис. 44) состоит из двух основных частей: стеклянной трубки 1 и пластмассовой чашки 2, заполненной ртутью. Стеклянная трубка длиной около 80 см и диаметром 7,2 мм опущена открытым концом в чашку. Чашка состоит из трех свинчивающихся частей. В верхней части 3, помимо отверстия для стеклянной трубки, имеется еще маленькое отверстие для сообщения ртути, находящейся в чашке, с атмосферным воздухом. Для предохранения ртути от загрязнения это отверстие закрывается винтом 4 с кожаной шайбой. Стеклянная трубка окружена латунной защитной оправой 6, на которой имеются приспособления для отсчетов. В нижней части оправы укреплен термометр 7 для отсчета температуры прибора. В верхней

¹ СИ – международная система единиц измерения

части оправы имеется сквозная прорезь, позволяющая видеть мениск ртутного столба в стеклянной трубке. С левой стороны нанесена шкала 8 с пределами измерений от 680 или 810 до 1110 мб. Вдоль стеклянной трубки с помощью кремальеры 9 перемещается кольцо с укрепленным на нем нониусом 10, который служит индексом для наводки на мениск ртутного столба и для отсчета десятых долей. Нониус стационарного чашечного барометра устроен так, что 10 делений его равны 9 делениям основной шкалы, то есть каждое деление нониуса на 0,1 меньше деления основной шкалы. В верхней части оправы имеется кольцо 5 для подвешивания барометра.

Отсчет. 1. Отсчитать температуру воздуха. 2. Слегка постучать по защитной оправе барометра, чтобы мениск ртути принял нормальное положение. 3. Установить нониус на верхнюю часть мениска и отсчитать показания с точностью до 0,1 мб.

Барометр-анероид (рис. 45). Приемной частью анероида является коробка 1, состоящая из двух спаянных между собой гофрированных мембран. Внутреннее давление коробки доведено до 0,01 мм ртутного столба. От сплющивания внешним давлением коробка предохраняется пружиной 3, которая одним концом с помощью ножки 2 соединена с коробкой, а другим — с металлическим плато 4. При увеличении давления воздуха верхняя мембрана несколько вдавливается внутрь коробки, при уменьшении давления она приподнимается вверх под действием пружины. Колебания верхней мембраны передаются коленчатому валу 5. Пружина перемещает укрепленный на ней стержень 6. Перемещения стержня передаются рычагу 7, который при помощи цепочки 8 вращает ось 9. Для создания постоянного натяжения цепочки на оси 9 имеется спиральная пружина 10. Изменение атмосферного давления определяется по положению стрелки 11 относительно круговой шкалы 12. Деления шкалы даны в миллиметрах ртутного столба от 600 до 800 с ценой деления 0,5мм.

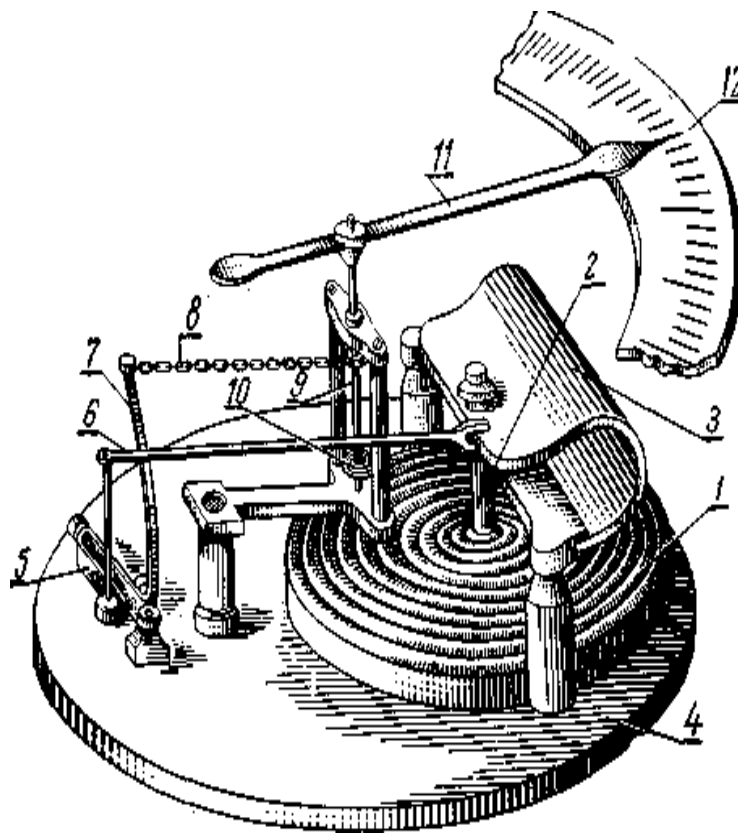


Рис. 45. Барометр-анероид

Установка. В полевых условиях и в помещениях устанавливают горизонтально.

Отсчет. 1) отсчитывают температуру при анероиде. 2) слегка постучав, отсчитывают положение стрелки на шкале.

Барограф (рис. 46) применяется для непрерывной регистрации изменений атмосферного давления.

Состоит из трех основных частей: приемной, передающей, регистрирующей и футляра.

1. Приемной частью являются анероидные коробки (5-10 штук), свинченные между собой укрепленные в центре, столбик коробок нижним концом пропущен через плато 2, укреплен на биметаллической пластине, расположенной под плато. С повышением атмосферного давления столбик коробок укорачивается, с понижением – удлиняется. Верхний конец столбика коробок соединен тягой 3 с передающей частью.

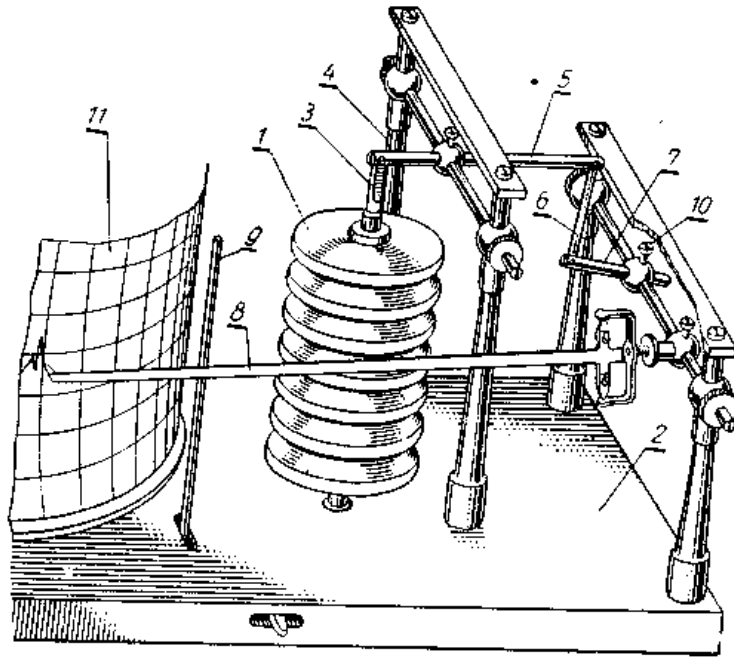


Рис. 46. Барограф метеорологический.

2. Передающая часть представляет собой два коленчатых вала. Колебания приемной части воспринимает рычаг 4 первого коленчатого вала и передает их через рычаг 5 на второй коленчатый вал. Рычаг 5 соединен тягой 6 с первым рычагом 7 второго коленчатого вала. Вторым рычагом второго коленчатого вала является алюминиевая пластинка 8, заканчивающаяся пером. Величину смещения пера можно менять изменением длины рычага 7, для этого на втором коленчатом валу имеется приспособление 10, позволяющее подбирать нужную длину рычага 7.

3. Регистрирующей частью барографа является цилиндрический барабан 11 с часовым механизмом внутри. На барабан надевается разграфленная бумажная лента.

Лента барографа отличается от ленты термографа тем, что горизонтальные линии на ленте соответствуют изменению давления в миллибарах (Мб).

Установка. Устанавливают в помещении горизонтально на специальной полке, защищенной от солнечных лучей, вдали от отопительных

приборов. Перед установкой барографа заводят часовой механизм и на барабан надевают ленту. На обратной стороне ленты записывают дату и время ее установки. После этого барабан надевают на неподвижный стержень, укрепленный на подставке, и перо подводят к барабану так, чтобы положение его соответствовало времени и величине атмосферного давления (по барометру) в данный момент.

Список литературы

1. Журина Л.Л. Агрометеорология: учебник / Л.Л. Журина, А.П. Лосев. – СПб.: ООО «КВАДРО», 2012. – 368 с.
2. Кумскова, Н.Д. Методические указания «По изучению метеорологических приборов» / сост.: Н.Д. Кумскова, С.В. Стокоз. – Благовещенск: изд-во ДальГАУ, 2008. – 74 с.