

**ИССЫК – КУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. К.ТЫНЫСТАНОВА**

Кафедра экологии и лесного хозяйства

А.А.Коновалов

**Методические указания для выполнения
лабораторных работ по дисциплине «Лесная
метеорология» для студентов специальности
7030-100 Лесное дело и ландшафтное
строительство**

Каракол, 2013

630
ББК 43.47
К 64

Рекомендовано к изданию решением
Учебно-методического совета ИГУ
им. К. Тыныстанова (протокол № 29
от 29.11. 2013 г.)

Рецензент: к.б.н. старший научный сотрудник лаборатории биохимии геологopочвенного института НАН КР Калдыбаев Б.К., зав. кафедры экологии и лесного хозяйства к.б.н., доцент Осмонбаева К.Б.

Коновалов А.А.

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Лесная метеорология» для студентов очного обучения по специальности «Лесное хозяйство» /ИГУ им. К.Тыныстанова. –г.Каракол, -2011. -40 с.

ISBN 978-9967-454-16-3

Данное издание является учебным пособием по методике проведения лабораторных работ по «Лесной метеорологии» по специальности «Лесное хозяйство». Изучение естественных законов леса невозможно без знаний особенностей внешней среды. Именно такие параметры внешней среды как температурный режим, количество атмосферных осадков, режим солнечной освещенности и другие метеорологические элементы и явления, оказывают определяющее влияние на рост и развитие лесных насаждений. Данное пособие позволяет студентам получить знания в определении количественных и качественных измерений метеорологических показаний.

К 3901040000-13
ISBN 978-9967-454-16-3

УДК 630
ББК 43.47
© Коновалов А.А., 2013.
@ ИГУ им. К.Тыныстанова, 2013.

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Лесная метеорология» преподается на четвертом курсе факультета естественных наук и экологии ИГУ им. К.Тыныстанова. Метеорологическая и климатологическая подготовка специалистов лесного хозяйства обусловлена необходимостью изучения климатических особенностей территории лесного фонда, знанием физических и химических процессов, происходящих в газообразной оболочке Земли – атмосфере, умением использовать природные факторы в ведении лесного хозяйства и применением способов защиты леса от неблагоприятных природных явлений, таких как лесные пожары, повреждение лесов вредителями и болезнями.

На лабораторных занятиях студенты изучают устройство и принцип работы метеорологических приборов, измеряющих различные параметры атмосферы, сроки и порядок организации работ на метеорологической станции, оборудование метеопоста в лесохозяйственных предприятиях, изучают элементы обработки метеорологических наблюдений, производят расчет величин радиационного и теплового балансов, учатся составлять прогнозы заморозков по местным показателям и рассчитывают показатели пожарной опасности в лесу.

Знания по этим вопросам могут быть применены будущими специалистами в практике лесного хозяйства Кыргызской Республики.

Лабораторная работа №1 **«Измерение атмосферного давления»**

Учебные вопросы:

1. Понятие атмосферного давления и единицы его измерения
2. Барическая ступень и ее вычисление (данные приведены в таблице 1.1).
3. Изучить устройство стационарного (ртутного) чашечного барометра, барометра-анероида БАММ-1, барографа М - 22А принцип действия, единицы измерения используемые при определении атмосферного давления этими приборами.

4. Решить задачи, используя формулу (данные приведены в таблице 1.2).

Задача 1. Известно атмосферное давление и температура воздуха у подножья горы и на вершине. Определить высоту горы.

Задача 2. Какое атмосферное давление у подножья горы высотой 400 м при температуре 14,°С, если на вершине давление равно 935 гПа, а температура 2,0°С.

Ход работы

1. Понятие атмосферного давления и единицы его измерения

Атмосферное давление – это сила, с которой давит на единицу площади земной поверхности столб воздуха, простирающийся от поверхности земли до верхней границы атмосферы.

Единицей измерения атмосферного давления в системе СИ является Паскаль (Па), равный силе в 1 Ньютон (Н), действующий на площадь в 1 м² (1 Па = 1 Н/м²). В метеорологии давление выражают в гектопаскалях (гПа) с точностью до 0,1 гПа. 1 гПа = 100 Па.

Используют также единицу измерения – миллиметр ртутного столба (ммрт.ст.), раньше пользовались миллибаром (мб). Соотношение между этими величинами следующее:

$$\begin{aligned} 1 \text{ гПа} &= 1 \text{ мб} = 0,75 \text{ мм рт. ст.} \\ 1 \text{ мм рт. ст.} &= 1,33 \text{ гПа} = 1,33 \text{ мб} \end{aligned}$$

2. Барическая ступень и ее вычисление (данные приведены в таблице 1.1).

Изменение давления с высотой характеризуется барической ступенью. Барическая ступень – это то расстояние по вертикали, на котором давление меняется на единицу (1 гПа). Барическая ступень вычисляется по формуле:

$$Q(p, T) = \frac{8000}{p} (1 + 0,00366 T)$$

где 8000 – высота однородной атмосферы, м;

0,00366 (α) – коэффициент объемного расширения газов;

P – среднее давление слоя, гПа,

T – средняя температура слоя воздуха между двумя уровнями, ($^{\circ}\text{C}$).

3. Изучить устройство стационарного (ртутного) чашечного барометра, барометра-анероида БАММ-1, барографа М - 22А принцип действия, единицы измерения используемые при определении атмосферного давления этими приборами.

Стационарный чашечный барометр состоит из стеклянной трубки длиной около 800 мм и внутренним диаметром 7,2 мм, запаянной с верхнего конца и заполненной очищенной ртутью. Нижний конец опущен в пластмассовую чашку и укреплен с помощью шайбы. Из стеклянной трубки выкачан воздух. Стеклянная трубка находится в металлической оправе. В верхней части оправы имеется сквозная прорезь, позволяющая видеть мениск ртутного столба. Барометр помещают в комнате в специальном шкафу.

При измерениях, вначале отсчитывают показания термометра с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$. Затем отсчитывают показания барометра с точностью до $0,1$ гПа.

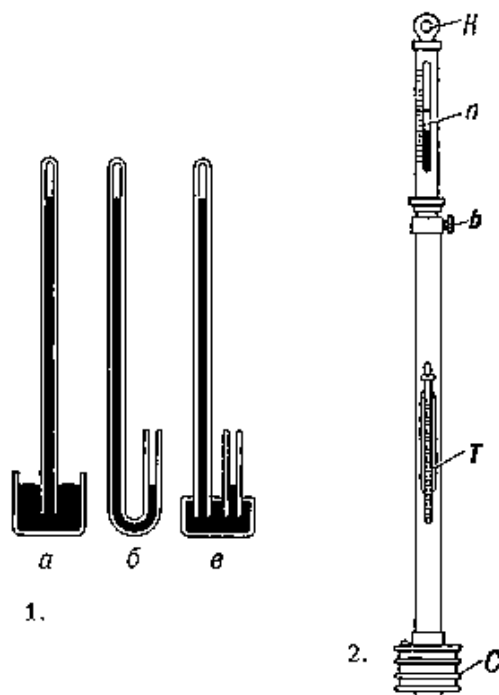


Рис 1. Ртутный барометр

Барометр-анероид метеорологический БАММ-1 предназначен для измерения атмосферного давления в наземных условиях при температуре от 0 до 40°C и относительной влажности до 80%

Технические характеристики:

Диапазон измерения атмосферного давления 80 - 106 кПа

Предел допускаемой погрешности основной $0,2$ /дополнительной $0,5$ кПа

Габаритные размеры (диаметр, высота) 152x90

Масса, не более 1,0 кг

Цена деления шкалы давления 0,1 кПа

Рабочее положение барометра горизонтальное

Порядок работы:

Рабочее положение барометра- горизонтальное, шкалой вверх.

Барометр должен быть защищен от влияний прямого солнечного излучения, резких колебаний температур, попадания влаги в корпус, ударов и резких сотрясений.

Отсчет производить с точностью до 0,05 кПа (0,5 ммрт.ст.)

Барограф М-22А применяется для непрерывной регистрации изменений атмосферного давления. Приемная часть барографа состоит из нескольких anerоидных коробок, свинченных между собой. Передающая часть барографа представлена системой рычагов. Регистрирующей частью барографа является барабан с часовым механизмом внутри, на который надевается бумажная лента-диаграмма. На диаграмме барографа горизонтальные линии соответствуют атмосферному давлению в гПа, а вертикальные дуги – времени. В зависимости от скорости вращения барабана барографы бывают суточные и недельные.



Рис 2. Барограф М-22А

4. Решить задачи, используя формулу (данные приведены в таблице 1.2).

$$\Delta h = -Q(p, T) \Delta p$$

де Δh – разность высот между точками

ΔP (P_1, P_2 – давление воздуха соответственно на верхнем и нижнем уровнях), гПа;

Q – барическая ступень

$$1 \text{ мм.рт.ст} = 101,325/760 \text{ мм} = 0.13332 \text{ кПа.}$$

$$1 \text{ гектопаскаль [гПа]} = 0.750063755419211 \text{ (} 0^\circ\text{C)} \text{ [мм рт.ст.]}$$

Данные по решению задачи №1,2

Таблица 1.1

Вариант	Атмосферное давление, гПа		Температура воздуха, °С	
	подножье, P ₁	вершина, P ₂	подножье T ₁	вершина, T ₂
1	1014,2	989,3	15,4	7,6
2	1013,2	988,1	13,2	9,4
3	1011,4	986,2	6,8	4,2
4	1011,1	986,2	17,2	10,4
5	1016,2	992,4	18,2	9,6
6	1015,4	993,6	15,4	8,6
7	1013,7	976,5	14,3	6,4
8	1012,6	987,4	15,2	6,0
9	1014,5	987,3	17,1	4,2
10	1012,8	976,4	15,8	6,8
11	1013,2	976,2	14,2	7,6
12	1011,4	975,5	15,6	9,6
13	1012,4	984,4	16,2	7,3
14	1011,5	975,5	21,2	8,4
15	1015,5	976,6	18,4	5,2

Лабораторная работа №2

Измерение солнечной радиации

Цель работы: получить представление о видах солнечной радиации на основании физических свойств атмосферы, земной поверхности и особенностях солнечного электромагнитного излучения

Учебные вопросы:

1. Солнечное излучение и его особенности распространения в атмосфере.
2. Описать пиранометр М-80И, актинометр термоэлектрический АТ-50, альбедометр М-69 и балансометр М-10М, гелиограф и измерения по ним составляющих солнечной радиации
3. Вычислить радиационный баланс (таблица 2.1)

Ход работы

1. Солнечное излучение и его особенности распространения в атмосфере

Солнечная радиация является главным источником тепловой энергии почти для всех природных процессов, развивающихся в атмосфере и одним из главных климатообразующих факторов. Интенсивность

(энергетическая освещенность) радиации в системе СИ измеряется в ваттах на 1 м^2 ($\text{Вт}/\text{м}^2$), ранее до 1980 г. измерялась в калориях на 1 см^2 в минуту ($\text{кал}/\text{см}^2/\text{мин}$). Сумма радиации поступающая на единицу площади за тот или иной промежуток времени, измеряется в джоулях на 1 м^2 ($\text{Дж}/\text{м}^2$) или в мегаджоулях на 1 м^2 ($\text{МДж}/\text{м}^2$).

Соотношение между единицами следующее:

$$1 \text{ кал}/\text{см}^2/\text{мин} = 698 \text{ Вт}/\text{м}^2 = 4,19 \cdot 10^4 \text{ Дж}/\text{м}^2$$

В атмосфере солнечная радиация частично поглощается, а также рассеивается и отражается. Поэтому в атмосфере наблюдается несколько потоков лучистой энергии Солнца.

Прямая радиация (S) – часть солнечного излучения, приходящегося на земную поверхность непосредственно от диска Солнца в виде пучка параллельных лучей. Количество прямой радиации, поступающей в единицу времени на единицу площади поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, называется энергетической освещенностью (или инсоляцией). Приход энергии к поверхности максимален, когда лучи падают на нее под углом 90° . Энергетическая освещенность прямой радиации, поступающая на горизонтальную поверхность, вычисляется по формуле:

$$S' = S_{90} \cdot \sin h_{\odot}$$

где S_{90} – приход радиации на поверхность перпендикулярную к лучам, h_{\odot} - высота Солнца.

Рассеянная радиация (D) – часть солнечного излучения, рассеянного атмосферой и поступающего от всего небесного свода, исключая диск Солнца.

Суммарная радиация (Q) – сумма прямой и рассеянной радиации

$$Q = S' + D$$

Отраженная радиация (R) - часть суммарной радиации, отражающаяся от земной поверхности. На практике вычисляют альbedo (A) - отношение отраженной солнечной радиации к суммарной, выраженное в процентах.

Прямая, рассеянная и отраженная радиация составляют коротковолновую радиацию.

Баланс коротковолновой радиации V_k , или поглощенная часть коротковолновой радиации, от которой зависит нагревание земной поверхности, представляет собой разность между суммарной и отраженной радиацией:

$$V_k = Q - R$$

Эффективное излучение. Земля и атмосфера поглощают коротковолновую радиацию, нагреваются и сами непрерывно излучают энергию в окружающее пространство. Это длинноволновая радиация,

Разность между земным излучением $E_з$ и встречным излучением атмосферы E_a называется эффективным излучением $E_{эф}$.

$$E_{эф.} = E_з - E_a$$

Радиационный баланс деятельной поверхности – разность между приходом и расходом радиации на этой поверхности:

$$B = S^1 + D - R - E_{эф}$$

Радиационный баланс Земли днем положительный, а ночью отрицательный и выражается балансом только длинноволновой радиации, который равен эффективному излучению, взятому с обратным знаком:

$$B = E_a - E_з = - E_{эф}$$

2. Описать пиранометр М-80И, актинометр термоэлектрический АТ-50, альбедометр М-69 и балансомер М-10М, гелиограф. и измерения по ним составляющих солнечной радиации

Для измерения энергетической освещенности применяют актинометрические приборы. **Актинометр термоэлектрический АТ-50** предназначен для измерения прямой солнечной радиации. **Пиранометр термоэлектрический М-80М** служит для измерения рассеянной, суммарной и отраженной радиации. **Альбедометр походный М-69** предназначен для измерения в походных условиях суммарной, рассеянной и отраженной радиации. **Балансомер М-10М** измеряет радиационный баланс деятельной поверхности. **Гелиограф ГУ - 1** предназначен для измерения продолжительности солнечного сияния.

3. Вычислить радиационный баланс (таблица 2.1)

Величину радиационного баланса и его составляющих вычисляют по формулам:

$$B = S' + D - R - E_{эф.}$$

где S' – интенсивность прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность,

D – рассеянная солнечная радиация,

R – отраженная солнечная радиация,

$E_{эф.}$ – эффективное излучение.

Составляющие радиационного баланса вычисляют по формулам:

$$S' = S_{90} \sin h_{\odot}$$

$$Q = S' + D, \quad R = A \cdot Q / 100$$

где S_{90} – приход радиации на поверхность перпендикулярную к лучам,

h_{\odot} – высота Солнца,

Q – суммарная солнечная радиация,

A – альbedo поверхности, (%).

Таблица 2.1

Данные для расчета радиационного баланса

Вариант	h_0 , гр.	S_{90} , Вт/м ²	D , Вт/м ²	$E_{эф.}$ Вт/м ²	A , %
1	30	835	101	92	34
2	45	810	120	90	32
3	60	812	115	81	40
4	90	640	146	76	33
5	30	636	132	66	29
6	45	742	112	62	41
7	60	740	114	65	32
8	90	701	110	70	31
9	30	656	109	73	27
10	45	464	96	74	25
11	60	545	115	52	37
12	90	622	121	59	34
13	30	617	123	57	31
14	30	800	125	63	27
15	45	770	130	82	33
16	60	750	112	79	42

Лабораторная работа №3

Измерение температуры почвы

Цель работы: Иметь представление о физических процессах, происходящих в почве под влиянием температуры воздуха.

Учебные вопросы

1. Изучить устройство и виды термометров для измерения температуры поверхности почвы ТМ – 1, ТМ - 2, ТМ - 4
2. Ознакомиться с приборами, применяемыми для измерения температуры почвы на глубинах.
3. Построить графики годового хода температуры поверхности почвы и на глубинах 20 и 80 см и вычислить амплитуду годового хода на трех уровнях (исходные данные в табл. 3.1)

Ход работы

1. Изучить устройство и виды термометров для измерения температуры поверхности почвы ТМ – 1, ТМ - 2, ТМ – 4.

Температура по международной практической температурной шкале (МПТШ-68) измеряется в градусах Цельсия (°C). Градус температурной

шкалы Цельсия составляет 1/100 интервала между точками таяния льда ($^{\circ}\text{C}$) и кипения воды (100°). Международная практическая температурная шкала позволяет пользоваться также и температурной шкалой Кельвина (T°K).

Для измерения температуры поверхности почвы и на разных глубинах применяют следующие термометры.

Психрометрический термометр ТМ-4 определяет температуру поверхности почвы в определенный срок.

Максимальный термометр ТМ-1 служит для измерения самой высокой температуры на поверхности почвы за период между сроками наблюдений.

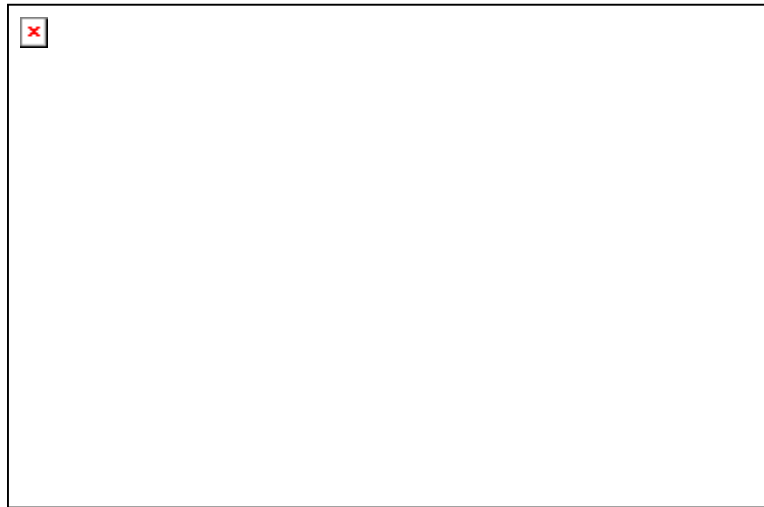


Рис 2.1. Максимальный термометр ТМ-1

Минимальный термометр ТМ-2 применяют для измерения самой низкой температуры на поверхности почвы за период между сроками наблюдений.



Рис 2.3. Минимальный термометр ТМ-2

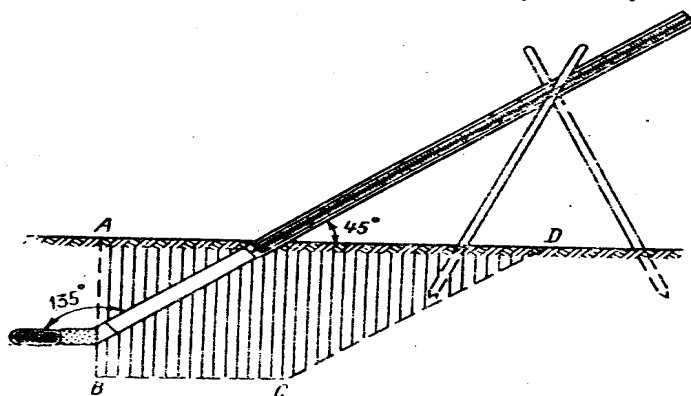
Устанавливают эти термометры в середине оголенной площадки (4х6 м) резервуарами на восток на расстоянии 10-15см друг от друга. Психрометрический и минимальный термометры устанавливаются горизонтально, а максимальный – с небольшим наклоном в сторону резервуара. Все они наполовину углублены в почву.

2. Ознакомиться с приборами, применяемыми для измерения температуры почвы на глубинах

Коленчатые термометры Савинова применяют для измерения температуры почвы на глубинах 5, 10, 15, 20 см. Устанавливают их на площадке рядом с напочвенными термометрами резервуарами на север.

Вытяжные термометры ТПВ-50 применяют для определения температуры на глубинах 20, 40, 60, 80, 120, 160, 240 и 320 см. Размещают их на открытом месте с естественным покровом, через 50 см друг от друга в направлении с востока на запад в скважинах на соответствующих глубинах.

Рис. 3.3. Установка коленчатых термометров Савинова



Термометр – щуп АМ-6 служит для измерения температуры почвы на глубинах от 3 до 40 см.

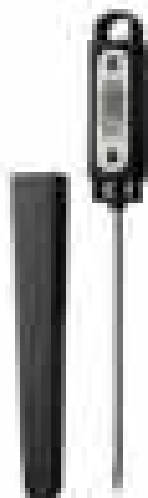
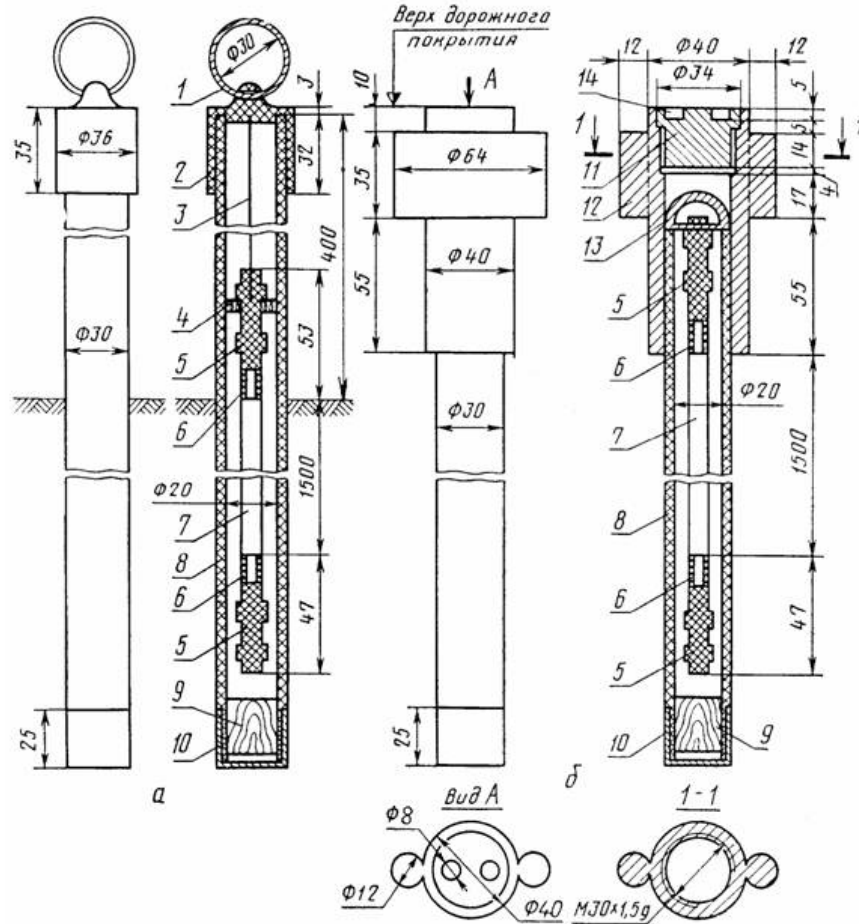


Рис 3.4. Термометр – щуп АМ-6

Мерзлотомер Данилина применяют для определения глубины промерзания и оттаивания почвы. Устанавливают в почву за 2-3 недели до начала заморозков.

Рис 3.5. Мерзлотомер Данилина



а - общий вид и продольный разрез мерзлотомера, устанавливаемого на поверхности рельефа; *б* - то же, устанавливаемого заподлицо с поверхностью дорожного покрытия; 1 - металлическое кольцо для поднятия и опускания мерзлотомера; 2 - пластмассовый колпачок для закрытия обсадной трубки; 3 - льняной (капроновый) шнур; 4 - войлочная прокладка; 5 - капроновая пробка; 6 - капроновая втулка; 7 - резиновая трубка; 8 - обсадная фенопластмассовая (эбонитовая) трубка; 9 - деревянная пробка; 10 - металлическая насадка; 11 - металлическая крышка оголовка; 12 - металлический оголовок; 13 - металлическое полукольцо; 14 - углубление для ключа.

3. Построить графики годового хода температуры поверхности почвы и на глубинах 20 и 80 см и вычислить амплитуду годового хода на трех уровнях (исходные данные в табл. 3.1)

Построение графиков годового хода температуры поверхности почвы и на глубинах- 20 и 80 см выполняется на миллиметровой бумаге. По оси абсцисс откладывают месяцы (1 месяц – 10 мм) по оси ординат – температуру (1⁰С – 5 мм). При построении графика, точки следует ставить в середине месяца (на 15 число), затем их соединяют плавной кривой линией. Вычисление амплитуды годового хода температуры поверхности почвы и на глубинах 20 см и 80 см производят по формуле:

$$A = T_{\max} - T_{\min}$$

Таблица 3.1

Данные для построения графика годового
хода температуры поверхности почвы и на глубинах

Меся- цы	Варианты и температура в ⁰ С					
	1			2		
	На поверх- ности	На глуби- не 20 см	На глуби- не 80 см	На поверх- ности	На глу- бине 20 см	На глу- бине 80 см
I	-19,6	-7,1	-1,4	-22,2	-12,0	-6,6
II	-18,1	-8,2	-3,1	-19,1	-11,1	-7,2
III	-12,9	-4,9	-2,8	-12,6	-5,6	-4,6
IV	-0,4	-0,2	-0,8	0,5	1,9	-0,4
V	7,2	5,6	0,4	12,6	10,2	4,1
VI	18,1	14,6	6,5	20,1	17,7	10,4
VII	19,7	18,7	12,2	25,6	21,8	15,6
VIII	20,2	18,6	14,7	24,3	20,0	16,9
IX	17,2	14,0	13,0	17,9	14,2	13,9
X	6,8	5,6	8,3	9,2	5,1	7,6
XI	-4,3	-0,4	3,6	-9,3	-2,4	1,9
XII	-17,2	-4,7	0,7	-14,5	-8,5	-2,8

Лабораторная работа №4

Измерение температуры воздуха

Цель работы: Изучить процессы, происходящие в атмосфере под воздействием температуры, изучить приборы для измерения температуры воздуха

Учебные вопросы

1. Изучить термометры для измерения температуры воздуха, описать устройство стационарного психрометра.
2. Изучить устройство термографа.
3. Построить и проанализировать график годового хода температуры воздуха (исходные данные в табл. 4.3).
4. Рассчитать прогноз заморозков по методу Михалевского (исходные данные в табл. 4.2).

Ход работы

1. Изучить термометры для измерения температуры воздуха, описать устройство стационарного психрометра

Для измерения температуры воздуха используются термометры следующего типа.

Психрометрические (ртутные и спиртовые) ТМ-3, применяют их в паре и составляют они стационарный психрометр, который служит для измерения температуры и влажности воздуха.

Максимальный термометр ТМ-1 предназначен для измерения максимальной температуры между сроками наблюдений.

Минимальный ТМ-2 используется для измерения минимальной температуры между сроками наблюдений.

2. Изучить устройство термографа

Термограф М-16А предназначен для непрерывной регистрации температуры воздуха.

Устанавливают термометры в защитной психрометрической будке, стенки которой состоят из двойных жалюзи. Последние защищают термометры от прямого попадания солнечных лучей и вместе с тем не препятствуют свободному доступу воздуха. Внутри будки находится штатив, на котором крепится два психрометрических термометра: слева - сухой, справа – смоченный.

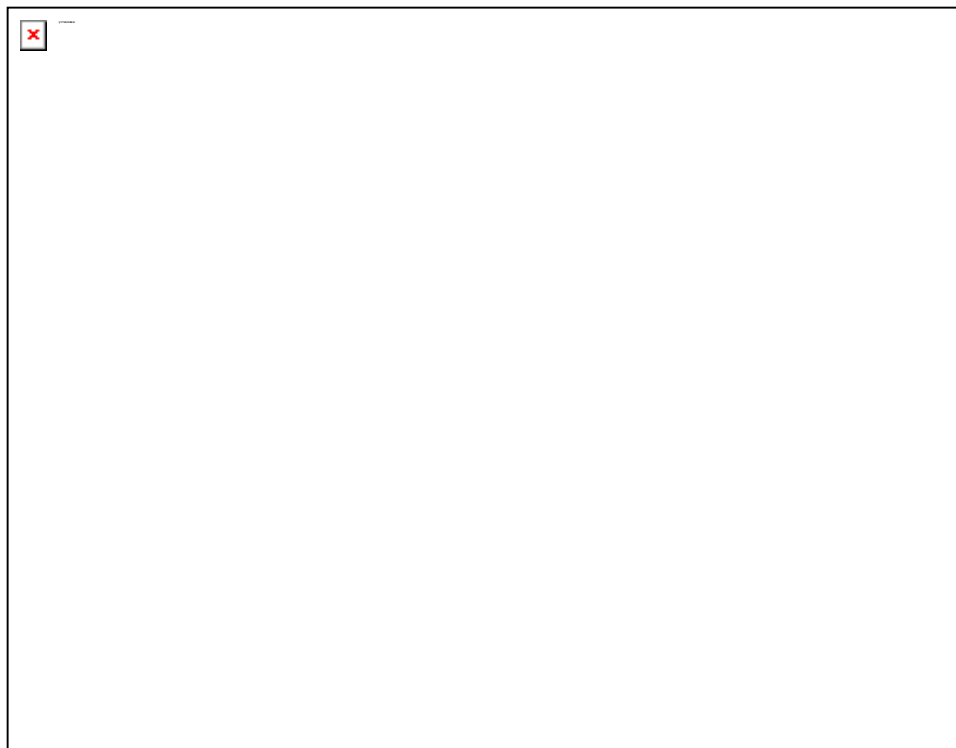




Рис 4.1. Установка приборов в психрометрической будке

Минимальный термометр располагают горизонтально, резервуаром к востоку. Максимальный - рядом с минимальным с небольшим наклоном в сторону резервуара. Измерения производят с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$ в следующем порядке: сухой, смоченный, минимальный (спирт), максимальный, минимальный (штифт)

Для непрерывной записи изменений температуры во времени служит термограф М-16А. Приемником термографа служит биметаллическая пластинка, изготовленная из металлов с различным термическим коэффициентом линейного расширения (инвар, сталь). Устанавливают термограф на нижней полке защитной будки.

Обработка диаграмм суточного термографа. В нижней части диаграммы записывают ежечасные показания термографа с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$. Потом против меток, сделанных в «срочные» часы, пропуская одну строку, записывают показания психрометрического термометра и термографа. Записывают эту разницу между снятым показанием термографа и показаниями психрометрического термометра. Затем рассчитывают поправку для каждого часа. Для этого интерполируют величину поправки между двумя метками. Например, поправка в 12 часов была $-0,4^{\circ}\text{C}$, в 18 часов стала $+0,2^{\circ}\text{C}$. За 6 часов работы поправка изменилась на $0,6^{\circ}\text{C}$ (от $-0,4$ до $+0,2$), а за один час на $0,1^{\circ}\text{C}$ ($0,6:6$). Зная изменения поправки за 1 час, можно рассчитать поправку для каждого часа. В нашем примере получаются следующие значения:

Часы	12	13	14	15	16	17	18
Поправка, $^{\circ}\text{C}$	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	+0,1	+0,2

Затем суммируют поправку с показаниями термографа в соответствующие часы, получают исправленные значения температуры по термографу.

3. Построить и проанализировать график годового хода температуры воздуха (исходные данные в табл. 4.3).

Построение графика годового хода температуры воздуха производится аналогично описанному в задании №3. Анализ графика заключается в следующем.

1. Определить амплитуду колебаний температуры.
2. Определить даты перехода среднесуточной температуры воздуха через 0° , 5° , 10° и продолжительность периодов между датами:
 - период с температурой выше 0°C ;
 - вегетационный период с температурой выше 5°C ;
 - период активной вегетации с температурой выше 10°C ;

Для определения даты перехода температуры воздуха через 0°C , 5°C , 10°C по указанным значениям температуры проводят горизонтальные линии до оси абсцисс и определяют даты перехода этих значений температуры. Определив даты, вычисляют продолжительность каждого периода. График годового хода количества осадков выполняется по данным таблицы 4.3.

4. Рассчитать прогноз заморозков по методу Михалевского (исходные данные в табл. 4.2).

Прогноз заморозков по способу Михалевского рассчитывается по формулам:

$$\begin{aligned} T_{\min, \text{в}} &= t' - (t - t') \cdot C \pm A \\ T_{\min, \text{п}} &= t' - (t - t') \cdot 2C \pm A \end{aligned}$$

где

$T_{\min, \text{в}}$ – ночной минимум температуры воздуха, $^{\circ}\text{C}$

$T_{\min, \text{п}}$ – ночной минимум температуры на почве, $^{\circ}\text{C}$

t, t' – температура по сухому и смоченному термометрам в 15 часов местного времени, $^{\circ}\text{C}$,

C – коэффициент, зависящий от величины относительной влажности (f) (табл. 4.2),

A – поправка на облачность.

Таблица 4.1

Относительная влажность, f	25	35	45	55	65	75	80	85	90	95
Коэффициент, C	0,5	0,8	1,0	1,3	1,8	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5

После 19 часов по среднему солнечному времени прогноз заморозков уточняют по облачности.

Поправка на облачность заключается в следующем: если в 21 час по местному времени количество облаков (N) меньше 4 баллов, то $A = -2^{\circ}\text{C}$; если количество облаков от 4 до 7 баллов, минимум остается без изменения, $A = 0$; если же количество облаков превышает 7 баллов, тогда поправка на облачность $A = +2^{\circ}\text{C}$.

Таблица 4.2

Данные по расчету заморозков

Элементы	Варианты												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$t, ^{\circ}\text{C}$	6,4	7,8	6,8	9,6	9,5	8,6	8,8	6,9	5,6	6,4	4,6	6,5	7,8
$t', ^{\circ}\text{C}$	2,4	3,8	2,8	6,9	5,9	4,6	4,8	3,9	3,6	2,4	2,6	3,5	4,8
$f, \%$	25	35	45	55	65	75	80	85	90	35	45	55	65
$N, \text{бал}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	7	5	3	1

Если вычисленные значения минимальной температуры воздуха и почвы ($T_{\min, в}$ и $T_{\min, п}$) больше 2°C , то заморозок маловероятен; если меньше 2°C , но выше -2°C , то заморозок вероятен и если минимальная температура ниже -2°C , то ночью будет заморозок.

Лабораторная работа №5

Определение влажности воздуха

Цель работы: Изучить физические свойства воздуха и связанные с ним параметры влажности, приобрести навык в определении влажности воздуха

Учебные вопросы:

1. Влажность воздуха и ее параметры
2. Изучить устройство аспирационного психрометра, его установку и правила измерения. Провести измерения аспирационным психрометром и вычислить параметры, характеризующие влажность воздуха.
3. Описать устройство волосного гигрометра, волосного гигрографа.

Ход работы

1. Влажность воздуха и ее параметры

Для оценки влажности воздуха на практике используют упругость водяного пара, абсолютную влажность, относительную влажность, дефицит упругости и точку росы. Все эти параметры рассчитываются по формулам, приведенным ниже.

Упругость пара (e) – парциальное давление водяного пара, находящегося в воздухе при данной температуре. Измеряется в гектопаскалях (гПа), вычисляется по формуле:

$$e = E_1 - A \cdot P \cdot (t - t') \cdot (1 + 0,00115 \cdot t'),$$

где E_1 – давление насыщенного водяного пара при температуре смоченного термометра, в гПа (табл.5.1).

P – атмосферное давление, в нашем случае 1000 гПа,

A – психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха, для стационарного психрометра $A = 0,0008$, для аспирационного: 0,00066,

t, t' – температура сухого и смоченного термометра, определяют по аспирационному психрометру,

$(1 + 0,00115 \cdot t')$ – учитывает зависимость теплоты испарения от температуры.

Абсолютная влажность (a) – масса водяного пара, содержащаяся в единице объема воздуха. Измеряется в г/м³. Между абсолютной влажностью и упругостью пара существует зависимость:

$$a = \frac{0,86 \times e}{1 + \alpha \cdot t_{cp}}$$

где e – упругость водяного пара, гПа,

t_{cp} – температура воздуха, вычисляется из трех значений сухого термометра,

α – коэффициент объемного расширения воздуха: 0,004.

Относительная влажность (f) – отношение упругости пара к упругости насыщения при данной температуре, выраженное в процентах:

$$f = \frac{e}{E} \times 100\%$$

где

e – упругость водяного пара, гПа,

E – упругость насыщения, определять по таблице 5.1 по средней температуре сухого термометра.

Дефицит упругости или недостаток насыщения (D), разность между упругостью насыщения при данной температуре и фактической упругости водяного пара, в гПа.

$$D = E - e,$$

где

e – фактическая упругость водяного пара,

E – упругость насыщения, определять по средней температуре сухого термометра (по табл.5.1).

Точка росы (t_р) – температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе, становится насыщенным. Чтобы определить эту

величину, нужно в таблице 5.1 среди множества всех значений максимальной упругости найти значение «е» - упругость пара и определить какой она соответствует температуре. Эта величина и будет температурой точки росы.

2. Изучить устройство аспирационного психрометра, его установку и правила измерения. Провести измерения аспирационным психрометром и вычислить параметры, характеризующие влажность воздуха.

Для определения характеристик влажности воздуха по аспирационному психрометру проводят работу в следующем порядке.

1. С помощью резиновой груши смочить резервуар смоченного термометра дистиллированной водой.

2. Завести ключом пружину вентилятора.

3. Через 4 мин. отсчитать показания сухого термометра, а затем смоченного с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$, причем вначале отсчитывают десятые доли, а затем целые.

4. Через 1 мин. после этого снять еще два отчета.

5. Найти среднее из трех отсчетов термометров.

6. Вычислить характеристики влажности, используя вышеприведенные формулы.

Влажность воздуха измеряется психрометрическим и сорбционным методами. При *психрометрическом* методе влажность воздуха определяется по разности показаний двух одинаковых психрометрических термометров – сухого и смоченного. *Сорбционный* метод измерения влажности воздуха основан на использовании гигроскопических свойств обезжиренного человеческого волоса.

3. Описать устройство волосного гигрометра, волосного гигрографа.

Для измерения влажности воздуха применяют следующие приборы:

- *стационарный психрометр* используется в стационарных условиях;

- *аспираторный психрометр МВ-4М* используется для определения влажности в полевых условиях;

- *волосной гигрометр МВ-1* служит для определения относительной влажности преимущественно в холодное время года;

- *гигрограф волосной М-21А* применяется для непрерывной регистрации изменений относительной влажности воздуха.

Для измерения относительной влажности воздуха служит *волосной гигрометр*. Приемная часть – обезжиренный человеческий волос, натянутый на металлическую раму. Верхний конец закреплен в хвостовике регулируемого винта, а нижний связан со стрелкой. Под действием изменений длины волоса, стрелка фиксирует свое положение вдоль шкалы. Устанавливают волосной гигрометр в психрометрической будке между

сухим и смоченным термометрами. Перед подготовкой гигрометра к работе стрелку устанавливают соответственно показаниям психрометра. Измерения проводят с точностью до 1%.

Гигрограф волосной применяется для непрерывной регистрации изменения относительной влажности. Приемником влажности служит пучок обезжиренных волос. Устанавливают гигрограф в защитной будке с термографом на верхней полке. Смену лент производят также как у термографа в срок, ближайший к 13 часам декретного времени данного часового пояса.

Таблица 5.1
Максимальная упругость водяного пара в зависимости от температуры

Целые градусы	Десятые доли градуса									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	6.1	6.2	6.2	6.2	6.3	6.4	6.4	6.5	6.5	6.5
1	6.6	6.6	6.7	6.7	6.8	6.8	6.9	6.9	7.0	7.0
2	7.0	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5
3	7.6	7.6	7.7	7.7	7.8	7.8	7.9	8.0	8.0	8.1
4	8.1	8.2	8.2	8.3	8.4	8.4	8.5	8.5	8.6	8.7
5	8.7	8.8	8.8	8.9	9.0	9.0	9.1	9.2	9.2	9.3
6	9.4	9.4	9.5	9.5	9.6	9.7	9.7	9.8	9.9	10.0
7	10.0	10.1	10.2	10.2	10.3	10.4	10.4	10.5	10.6	10.6
8	10.7	10.8	10.9	11.0	11.0	11.2	11.2	11.2	11.3	11.4
9	11.5	11.6	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.0	12.1	12.2
10	12.3	12.4	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	12.9	13.0	13.0
11	13.1	13.2	13.2	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.8	13.9
12	14.0	14.2	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9
13	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9
14	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	17.0
15	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	18.0	18.1
16	18.2	18.3	18.4	18.5	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1	19.3
17	19.4	19.6	19.6	19.8	19.9	20.0	20.1	20.3	20.4	20.5
18	20.6	20.8	20.9	21.0	21.2	21.3	21.4	21.6	21.7	21.8
19	22.0	22.1	22.3	22.4	22.5	22.7	22.8	23.0	23.1	23.2
20	23.4	23.5	23.7	23.8	24.0	24.1	24.3	24.4	24.6	24.7
21	24.9	25.0	25.2	25.4	25.5	25.7	25.8	26.0	26.1	26.3
22	26.5	26.6	26.8	26.9	27.1	27.3	27.4	27.6	27.8	27.9
23	28.1	28.3	28.5	28.6	28.8	29.0	29.2	29.3	29.5	29.7

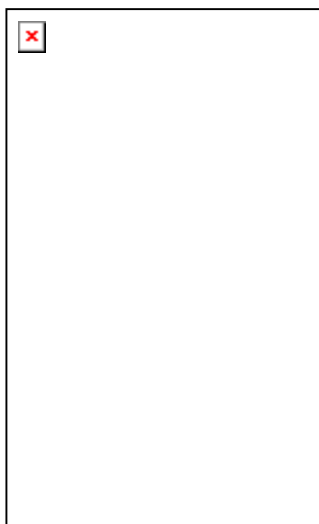


Рис 5.1. Волосной гигрометр



Рис 5.2. термометр щуп для определения температуры и влажности почвы



Рис 5.3. Измеритель температуры и влажности воздуха AR - 1837

Лабораторная работа № 6

Измерение направления и скорости ветрового потока

Учебные вопросы:

1. Изучить устройство и описать установку стационарного флюгера
2. Ознакомиться с устройством ручного анемометра
3. Описать порядок измерений по анеморумбометру М-63М-1.
4. Построить график розы ветров и проанализировать его.
5. Изучить шкалу Бофорта.

Указания к работе.

1. Изучить устройство и описать установку стационарного флюгера

Ветровой режим – это горизонтальное перемещение воздушных масс относительно земной поверхности. Скорость ветра измеряют в м/с, иногда в км/час или в условных единицах – баллах. Направление ветра определяют той частью горизонта, откуда дует ветер и выражают в румбах горизонта или угловых градусах.

Для измерения скорости и направления ветра применяют следующие приборы.

-*флюгер ФВЛ, ФВТ* – для определения направления и скорости ветра в стационарных условиях;

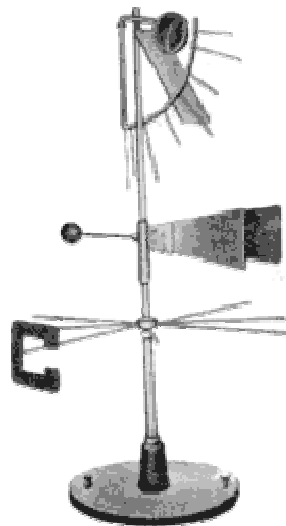


Рис 6.1. флюгер

2. Ознакомиться с устройством ручного анемометра

-*анемометр ручной, чашечный МС-13* – для измерения скорости ветра в полевых условиях;

Измерение скорости воздушного потока анемометром ручным производится в следующем порядке.

1. Установить анемометр на заданном расстоянии от вентилятора и снять начальный отсчет по шкалам анемометра.

2. Одновременно включить анемометр и секундомер и через 100 секунд снять отсчет по анемометру.

3. Вычислить скорость воздушного потока на расстояниях 20 и 100 см от вентилятора. Результаты оформить в табл.6.1.

Таблица 6.1

Запись результатов наблюдений по анемометру

Расстояние	Отсчет		Разность отсчетов	Число секунд	Число об/сек	Скорость, м/с
	конечн.	начальн.				

Для определения скорости воздушного потока в м/с, пользуются графиком, приложенным к каждому прибору.



Рис 6.2. анемометр автоматический

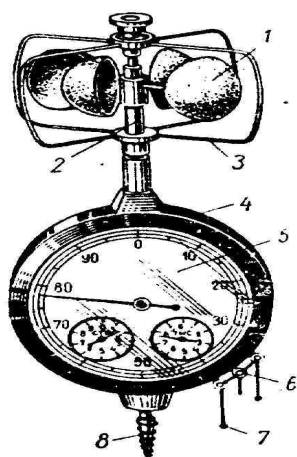


Рис 6.3. Анемометр ручной

3. Описать порядок измерений по анеморумбометру М-63М-1 -анеморумбометр М-63М-1-дистанционный прибор для измерения параметров ветрового режима в стационарных условиях



Рис 6.4. анеморумбометр М-63М- 1

4. Построить график розы ветров и проанализировать его.

Роза ветров – графическое изображение распределения направления ветра за месяц, сезон или год. Роза ветров строится по данным многолетних наблюдений и в зависимости от поставленной задачи может охватывать тот или иной период (месяц, сезон, год, навигация). Роза повторяемости ветров по градациям скоростей строится по восьми румбам. Обычно принимают интервалы скоростей: 0-4; 5-9; 10-14; 15-19 м/с и т.д. Для построения графика из одной точки по направлению основных восьми румбов – С, СВ, В, Ю, ЮВ, ЮЗ, З, СЗ проводят восемь прямых. На каждой прямой в масштабе откладывают повторяемость этого румба за данный период. Концы полученных отрезков соединяют прямыми линиями. Этот восьмиугольник – роза ветров.

Данные для построения графика приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2

Повторяемость направлений ветра (%)

Вариан- ты	Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
1	Январь	4	6	30	9	5	11	22	6	7
	Июль	10	7	11	7	6	8	26	16	9
2	Январь	2	4	26	7	7	13	24	8	9
	Июль	13	10	14	10	3	5	21	13	11
	Январь	7	9	30	12	2	8	19	3	10

3	Июль	17	14	15	14	1	1	26	9	3
4	Январь	19	16	20	8	3	2	19	9	4
	Июль	10	7	11	7	8	8	30	16	5
5	Январь	1	3	34	6	8	14	25	9	2
	Июль	3	3	10	12	30	22	5	8	7
6	Январь	7	9	38	14	1	9	8	4	10
	Июль	16	15	17	15	1	1	20	12	3
7	Январь	1	3	32	8	10	12	21	11	2
	Июль	2	3	9	13	21	24	5	15	7
8	Январь	3	7	23	16	5	11	20	8	7
	Июль	10	7	9	9	6	8	21	21	9
9	Январь	3	3	30	12	7	4	22	10	9
	Июль	2	2	10	12	28	24	5	8	7
10	Январь	2	4	26	7	5	15	22	10	9
	Июль	10	13	14	10	4	4	20	13	11
11	Январь	8	28	14	2	8	16	6	8	10
	Июль	16	15	15	14	1	1	24	11	3
12	Январь	17	18	20	8	3	2	19	9	4
	Июль	8	9	10	8	8	8	28	18	5
13	Январь	2	2	30	10	10	12	20	14	2
	Июль	3	3	11	11	28	24	5	8	7

5. Изучить шкалу Бофорта

Шкала Бофорта служит для выражения скоростей ветра в баллах по различному действию ветра на наземные предметы (например дыма, качания ветвей и стволов деревьев и т.д. и по волнению на море (табл. 6.3). На море и на суше одним и тем же баллам соответствует несколько различающиеся скорости ветра в м/с или в узлах.

Таблица 6.3

Шкала Бофорта

Баллы	Скорость, м/с	Характеристика	Визуальная оценка
0	0-0,5	Штиль	Дым поднимается вертикально, листья неподвижны
1	0,6-1,7	Тихий	Ветер ощущается как легкое дуновение, дым слегка в сторону
2	1,8-3,3	Легкий	Дуновение ветра чувствуется лицом, листья шелестят
3	3,4-5,2	Слабый	Листья, тонкие ветви колыхнутся
4	5,3-7,4	Умерен.	Тонкие ветви приходят в движение

5	7,5-9,8	Свежий	Колеблются большие ветви
6	9,9-12,8	Крепкий	Качаются толстые ветви,
7	12,9-15,2	Сильный	Качаются стволы деревьев
8	15,3-18,2	Очень крепкий	Качаются большие деревья, ломаются ветви
9	18,3-21,5	Шторм	Ломаются ветви, сдвигаются с места большие предметы
10	21,6-25,1	Сильный шторм	Вырываются с корнем деревья, срываются крыши с домов
11	25,2-29,0	Жестокий шторм	Наблюдаются большие разрушения, волны до 7-10 м на море
12	> 29,0	Ураган	Наблюдаются опустошения

Лабораторная работа № 7

Измерение атмосферных осадков

Цель работы: Получить представление о мете приборах для измерения атмосферных осадков

Учебные вопросы

1. Изучить устройство осадкомера Третьякова
2. Ознакомиться с принципом действия плювиографа.
3. Вычислить характеристики снежного покрова.
4. Построить график годового хода осадков и проанализировать его.

Ход работы

1. Изучить устройство осадкомера Третьякова

Атмосферные осадки – это вода в твердом и жидком виде, выпадающая на подстилающую поверхность из облаков.

Количество выпавших осадков выражается высотой слоя воды в миллиметрах, который образовался бы на поверхности при отсутствии стока, просачивания и испарения. Осадки измеряют с точностью до 0,1 мм. Слой осадков в 1 мм на площади 1 га составляет 10 м³ воды. Интенсивность осадков выражается количеством воды в миллиметрах, выпавших за 1 мин – мм/мин.

В зимнее время наблюдения ведутся за состоянием снежного покрова. Измеряют высоту и плотность. По этим данным вычисляют запас воды в снеге.

Для измерения атмосферных осадков используются следующие приборы:

-*осадкомер Третьякова О-1* определяет количество жидких и твердых осадков;



Рис 7.1. Осадкомер Третьякова

-почвенный дождемер ГР-28 применяют для измерения количества жидких осадков, которые наблюдаются на уровне почвы;

2.Ознакомьтесь с принципом действия плювиографа.

-плювиограф – П-2 служит для непрерывной регистрации количества и интенсивности жидких осадков;

Принцип действия прибора основан на зависимости вертикальных перемещений поплавка от уровня осадков в поплавковой камере. Прибор состоит из корпуса, поплавковой камеры и сифона. Приемником прибора служит цилиндрический сосуд. Жидкие осадки, стекающие из приемного сосуда в водосборную камеру, вызывают вертикальное перемещение находящегося в ней поплавка. При подъеме поплавка перемещается жестко связанная с направляющим стержнем поплавка стрелка с пером. Когда камера наполнена водой в объеме 500 см³, срабатывает, обеспечивая тем самым принудительный слив из камеры, сифон. Запись выпавших осадков осуществляется на специальной диаграммной ленте или миллиметровой бумаге, закрепленной на барабане. Барабан с диаграммной лентой вращается часовым механизмом. Кривизна записи на диаграммной ленте характеризует интенсивность выпадения осадков. Чем интенсивнее осадки, тем круче кривая.



Рис 7.2. Плювиограф П-2



Рис 7.3. Сборник Осадков с автоопорожнением

3. Вычислить характеристики снежного покрова.

-**снегомерные рейки** – используют для определения высоты снежного покрова, на метеостанции устанавливают три снегомерные рейки и вычисляют среднюю высоту снежного покрова.

- **весовой снегомер ВС-43** – предназначен для определения плотности снега.



Рис 7.4. Весовой снегомер ВС-43

Плотность снежного покрова вычисляют по формуле:

$$\Omega = \frac{N}{10 H}$$

где **N** – отсчет по весам снегомера, г,

H – высота снежного покрова, см.

Запас воды в снежном покрове (в мм) вычисляют по формуле:

$$M = 10 H_{\text{ср}} : \Omega$$

где **H ср.** – средняя высота снежного покрова, см,

Ω – плотность снега, г/м³

Объем воды на гектаре определяют по формуле:

$$W = 10 M,$$

где **М**–запас воды в снежном покрове в мм.

Условия по вычислению характеристик снежного покрова приведены в табл.7.1

Таблица 7.1

Значения элементов по вычислению характеристик снежного покрова

Эле- менты	Варианты												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Н, г	77	91	85	72	74	85	58	30	45	49	57	70	56
Н, см	53	42	36	42	51	41	40	17	23	43	22	27	17
Нср., см	47	39	33	40	45	39	37	15	21	37	19	21	15

Построение графика (диаграммы) годового хода осадков производят на миллиметровой бумаге или на листке тетради в клеточку. На оси абсцисс откладывают время (месяц или декаду), по оси ординат – количество осадков в мм и строят прямоугольники, ширина которых соответствует времени, высота – количеству осадков. Масштаб по вертикале: 5 мм - 1 см, по горизонтали: 1 декада – 0,5 см. Данные для построения графика приведены в табл.7.2 .

Далее вычисляют суммарное количество осадков за год, среднюю годовую величину количества осадков, отмечают месяцы максимального и минимального количества выпавших осадков и приводят количественные показатели.

Таблица 7.2

Данные для построения графика годового хода осадков

Ме- сяцы	Варианты												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I	11	14	20	15	16	21	17	15	12	13	15	11	14
II	11	8	15	13	6	17	11	21	17	19	13	12	15
III	26	21	24	23	19	27	25	29	22	30	31	23	22
IV	31	32	33	35	31	40	23	35	32	34	31	30	29
V	67	66	78	77	67	72	73	75	78	65	66	67	72
VI	105	115	101	100	99	98	96	102	113	99	97	98	99
VII	142	123	101	106	87	89	91	93	102	87	56	43	76
VIII	134	112	121	124	92	91	90	87	110	90	76	56	81
IX	59	56	92	78	67	56	45	34	23	21	17	19	11
X	32	31	43	54	45	21	23	28	27	22	19	34	32
XI	33	34	35	11	23	18	34	42	23	21	19	26	27
XII	11	13	08	09	07	15	10	11	13	09	11	10	11

Лабораторная работа № 8

Визуальное наблюдение за облачностью

Цель работы: Изучить физические процессы при образовании облачности, формы облаков и связанный с ним характер осадков.

1. Изучить основные формы и виды облаков по атласу
2. Составить таблицу «Классификация облаков и их характеристика»

Ход работы

1. Изучить основные формы и виды облаков по атласу

Причиной образования облаков является адиабатическое охлаждение воздуха во время его подъема. Облака – это продукты конденсации и сублимации водяного пара. Облака состоят из водяных капель и ледяных кристаллов.

Количество облаков определяется по 10-бальной шкале. Полное покрытие неба облаками соответствует 10 баллам; ясное небо – 0 баллов; 0,1 балла покрытия неба облаками соответствует 1 баллу; 0,2 – 2 баллам и т.д.

Наблюдения за формами облаков производят одновременно с определением количества облаков. Формы облаков определяют по морфологической классификации, руководствуясь «Атласом облаков», который содержит фотографии и описание форм облаков, их видов и разновидностей.

По внешнему строению различают 10 основных форм облаков.

I. Облака верхнего яруса

- Перистые – Cirrus – (Ci),
- Перисто-кучевые – Cirrocumulus – (C),
- Перисто-слоистые - Cirrostratus – (Cs).

34

II. Облака среднего яруса

- ❖ Высококучевые – Altocumulus – (Ac),
- ❖ Высокослоистые - Altostratus – (As).

III. Облака нижнего яруса

- ✓ Слоисто-кучевые- Stratocumulus - (Sc),
- ✓ Слоистые – Stratus – (St),
- ✓ Слоисто-дождевые – Nimbostratus – (Ns).

IV. Облака вертикального развития

- Кучевые – Cumulus – (Cu),
- Кучево-дождевые – Cumulonimbus – (Cb).

2. Составить таблицу «Классификация облаков и их характеристика»

Наблюдения за количеством облаков проводятся визуально с одного и того же места. Записывается общее количество облаков и отдельно количество облаков нижнего яруса (слоистые, слоисто-кучевые, слоисто-дождевые), включая облака вертикального развития (кучевые и кучево-

дождевые). Запись форм облаков производят с учетом яруса (верхний, средний, нижний) и в последовательности, в какой определяли их, используя сокращенные обозначения названий облаков.

Образец таблицы 8.1

Классификация облаков и их характеристика

Семейство и основные формы	Латинские названия форм	Высота нижней границы, км	Мощность, км	Микроструктура	Наличие осадков	Визуальное описание облаков

Формы облаков подразделяют на виды и разновидности, различающиеся по внешнему виду, плотности, окраске, характеру осадков, оптическим явлениям.



Рис 8.2. Образование облачности при движении теплого фронта (верхний рисунок), образование облачности при движении холодного фронта. (нижний рисунок)

Высота основания облаков и их вертикальная мощность колеблются в значительных пределах от сотен метров до нескольких километров. Высота облаков и их строение зависят от положений уровней конденсации, нулевой изотерм, замерзания и конвекции. Уровень конденсации практически совпадает с нижней границей облаков. Между уровнем конденсации и уровнем нулевой изотермы облако состоит из водяных капель, а в отдельных случаях – из тающих снежинок. Выше уровня нулевой изотермы облака состоят преимущественно из переохлажденных водяных капель, которые наблюдаются до уровня замерзания. Уровень замерзания располагается в среднем на высоте, где температура составляет от -12 до -17°C . Выше этого уровня происходит сублимация водяного пара, а также замерзание переохлажденных капель воды. В отдельных случаях вода в виде капель может находиться при температуре до -40°C . Выше уровня замерзания облака состоят в основном из ледяных кристаллов.

К процессам образования облаков относятся:

- наклонно восходящие движения теплого воздуха поверх более холодного потока; волнистообразные движения воздуха, приводящие к образованию волнистообразных облаков; вертикально восходящее движение воздуха, порождающее кучевообразные облака.

Высоту облаков определяют глазомерно или инструментально при помощи светолокатора ИВО (измеритель высоты облаков), шаров-пилотов (днем) и потолочных прожекторов (ночью). Наблюдения за облаками ведут искусственные спутники Земли и межпланетные космические станции.

Задание к самостоятельной работе студентов

Темы самостоятельной работы студентов

«Организация работ на метеостанциях»

«Состав и строение атмосферы»

Учебные вопросы

1. Изучить размещение приборов на метеостанции. Начертить план метеорологической площадки метеостанции и метеопоста в лесохозяйственном предприятии.
2. Ознакомиться с основными сроками и порядком наблюдений на метеостанциях. Заполнить таблицу 9.1
3. Начертить схему строения атмосферы по вертикале. Описать кривую распределения температуры в атмосфере.
4. Описать состав и вертикальное строение атмосферы

Ход работы

Приборы на метеорологической площадке устанавливают в определенном порядке: с северной стороны размещают более высокие установки – флюгер с легкой доской или анеморумбометр, флюгер с тяжелой доской и гололедный станок, в юго-западной части выделяют участки с естественным покровом и оголенный для почвенных термометров. Здесь же устанавливают мерзлотомер и снегомерные рейки. В средней части площадки размещают психрометрическую будку, будку для самописцев и пьювиограф. В южной части устанавливают актинометрические приборы. Остальные приборы размещают на свободных местах, предпочтительно на северной стороне площадки. Наблюдения на метеостанциях проводят восемь раз в сутки одновременно в 00,03, 06, 09, 12,15,18,21 час по московскому декретному времени. Во все сроки измеряют температуру воздуха и почвы, влажность воздуха, скорость ветра и его направление, метеорологическую дальность видимости, атмосферное давление, определяют характеристики облачности, наблюдают за атмосферными явлениями. Состояние поверхности почвы определяют два раза в сутки в 8 и 20 часов декретного времени данного пояса. Атмосферные осадки измеряют 4 раза в сутки в 03 и 15 часов московского декретного времени и в сроки близкие к 08 и 20 часам местного декретного времени.

Ленты термографа, гигрографа и барографа меняют в срок, ближайший к 13 часам, а пьювиографа к 20 часам местного времени. Актинометрические наблюдения проводят по среднему солнечному времени в 0ч.30мин., 6ч. 30 мин., 9 ч.30 мин., 12 ч. 30 мин., 15 ч.30 мин., 18 ч. 30 мин., атмосферное давление и ветровой режим измеряют в основные сроки наблюдений.

Таблица 9.1

Сроки наблюдений метеоэлементов в течение суток

Наименование метеоэлементов	Число наблюдений	Время наблюдений
Скорость и направление ветра		
Температура воздуха и почвы		
Атмосферные осадки		
Актинометрические наблюдения		
Смена лент самописцев		
Атмосферное давление		
Характеристики ветрового режима		

По вертикальному расположению атмосферу делят на 5 основных слоев: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера.

Тропосфера – это слой атмосферы, простирающийся от земной поверхности до высоты 12-15 км. Температура воздуха в этом слое снижается по линейному закону в среднем на $0,65^{\circ}\text{C}$ на 100м высоты. *Стратосфера* располагается над тропосферой до высоты 50-55 км. В нижней части температура с высотой не меняется, а выше 35 км интенсивно возрастает, достигая у верхней границы в среднем $0-2^{\circ}\text{C}$. *Мезосфера* находится над стратосферой. Ее верхняя граница лежит на высоте 80-90 км. В мезосфере температура понижается с высотой. *Термосфера* простирается над мезосферой до высоты около 800км. Температура воздуха в термосфере возрастает с высотой и на верхней границе достигает примерно 2000°C . *Экзосфера или сфера рассеивания* достигает высоты 2000-3000 км. Между вышеперечисленными слоями атмосферы находятся переходные промежуточные слои, называемые паузами: тропопауза, стратопауза, мезопауза, термопауза.

Темы самостоятельной работы студентов Климаты Земли и их классификация

Учебные вопросы

1. Дать понятие климата и описать климатообразующие факторы.
2. Составить таблицу классификации климатов по Бергу Л.С. (образец табл. 10.1)
3. Рассчитать коэффициент увлажнения Г.Н. Высоцкого – Н.Н. Иванова и определить тип ландшафта (данные приведены в табл. 10.2)
4. Описать особенности классификаций климатов В.Кеппена, Б.П.Алисова, М.И.Будыко - А.А.Григорьевой (т.е. на каких погодных факторах эти классификации составлены)
5. Выделить отличительные черты муссонного климата Дальнего Востока.

Ход работы

Климат – это статистический ансамбль состояний, которые проходит система океан – суша – атмосфера – биосфера – криосфера за многолетние периоды. Климатообразующими факторами называются различные условия и причины, определяющие формирование климата. К числу климатообразующих факторов относятся солнечная радиация, атмосферная циркуляция, влагообороты, подстилающая поверхность, рельеф, океанические течения, растительный (особенно лесной) покров, хозяйственная деятельность человека.

Каждый фактор оказывает определенное воздействие и вносит конкретный вклад в формирование того или иного типа климата. Существуют такие понятия как микроклимат, фитоклимат, климат города.

Микроклимат – это климат небольшой территории, возникающий под влиянием различий рельефа, растительности, состояния почвы, наличия водоемов и других особенностей подстилающей поверхности.

Фитоклимат – это особенности распределения климатических элементов во всем слое растительного покрова как в наземной, так и в подземной его частях.

Коэффициент увлажнения Высоцкого-Иванова рассчитывается по формуле:

$$K_{увл.} = \frac{\sum P}{\sum E}$$

где $\sum P$ – годовая сумма осадков, мм,

$\sum E$ – годовая испаряемость, мм.

Для каждой географической зоны характерны определенные значения этого коэффициента. Если коэффициент увлажнения больше 1,0, то

при наличии достаточного тепла преобладают лесные ландшафты; меньше 1,0 - (0,6-1,0) – развиты лесостепи; степные ландшафты соответствуют коэффициенту - 0,3-0,6; полупустынные – 0,1-0,3 и пустынные - 0,0-0,1.

Классификация климатов по Л.С. Бергу

Таблица 10.1

Типы климатов	Характеристика климатов	Ср.температура самого теплого месяца	Ср. температура самого холодного месяца	Годовое количество осадков, мм	Территория

Таблица 10.2

Данные по вычислению коэффициента увлажнения

Вариант	Атмосферные осадки, мм		Испаряемость, мм	
	Теплый период	Холодный период	Теплый период	Холодный период
1	320	128	340	100
2	258	155	286	201
3	432	198	450	240
4	670	340	906	550
5	350	231	453	334
6	123	112	198	167
7	450	345	344	245
8	234	268	450	409
9	123	231	980	865
10	156	198	765	678
11	167	178	765	876
12	167	231	564	456
13	234	233	654	765

Литература:

1. Атлас облаков /под общ. ред. -А.Х.Хргиана. -Л.: Гидрометеиздат, 1978. -296 с.
2. Городецкий О.А.Метеорология, методы и технические средства наблюдений /О.А.Городецкий, И.И.Гуральник, В.В.Ларин. –Л.: Гидрометеиздат, 1984. -324 с.
3. Косарев В.П., Таранков В.Н. Лесная метеорология /В.П.Косарев, В.Н.Таранков.- М.: Экология, 1991. -177 с.
4. Моргунов В.К. Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений /В.К.Моргунов. - Ростов н/Д.: Феникс, 2005. - 332 с.
5. Павлова М.Д. Практикум по агрометеорологии /М.Д.Павлова. -Л.: Гидрометеиздат, 1984. -184 с.
6. Психрометрические таблицы. - Л: Гидрометеиздат, 1972. -252 с.
7. Чирков Ю.И. Агрометеорология /Ю.И.Чирков. –Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 296 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Лабораторная работа №1 «Измерение атмосферного давления»	4
Лабораторная работа №2 Измерение солнечной радиации	7
Лабораторная работа №3 Измерение температуры почвы	10
Лабораторная работа №4 Измерение температуры воздуха	14
Лабораторная работа №5 Определение влажности воздуха	18
Лабораторная работа № 6 Измерение направления и скорости ветрового потока	23
Лабораторная работа № 7 Измерение атмосферных осадков	27
Лабораторная работа № 8 Визуальное наблюдение за облачностью	31
Задание к самостоятельной работе студентов	34
Темы самостоятельной работы студентов	36
Литература	38

А.А.Коновалов

Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Лесная метеорология» для студентов специальности 7030-100 Лесное дело и ландшафтное строительство

Тех. редактор: Жакыпова Ч.А.

Компьютерная верстка: Жумашева Ж.Ж.

Отпечатано в полиграфическом комплексе
ИГУ им. К.Тыныстанова
Заказ 437 Тираж 25.
Тел.: (03922) 52696.