

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ -
МСХА им. К.А.Тимирязева

Институт агробиотехнологии
Кафедра метеорологии и климатологии

С.М. Авдеев, А.И. Белолобцев

МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЙ И АНАЛИЗА В ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

Рабочая тетрадь

Москва 2024

Методы наблюдений и анализа в гидрометеорологии: Рабочая тетрадь /
С.М. Авдеев, А.И. Белолобцев. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2024. 46 с.

Рабочая тетрадь содержит задания к практическим занятиям по дисциплине «Методы наблюдений и анализа в гидрометеорологии».

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 05.03.04 «Гидрометеорология», направленность «Климатическая безопасность» (уровень бакалавриата).

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией института агробиотехнологии (протокол № 8 от 27.02. 2024 г.).

© Авдеев С.М., Белолобцев
А.И., составители, 2024
© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение.....	4
Работа 1. Измерение солнечной радиации.....	5
Работа 2. Измерение отражающей способности подстилающей поверхности.....	6
Работа 3. Измерение температуры почвы.....	9
Работа 4. Измерение температуры воздуха (термометры).....	12
Работа 5. Измерение температуры воздуха (термограф).....	13
Вопросы к контрольной работе № 1.....	16
Работа 6. Измерение влажности воздуха (психрометры).....	17
Работа 7. Измерение влажности воздуха (гигрометр).....	19
Работа 8. Измерение осадков.....	22
Работа 9. Определение плотности снега и запасов воды в нем.....	25
Работа 10. Измерение атмосферного давления.....	27
Работа 11. Наблюдения за ветром.....	29
Вопросы к контрольной работе № 2.....	33
Работа 12. Теодолитная съемка.....	34
Работа 13. Продольное нивелирование.....	36
Работа 14. Измерение координат с помощью систем глобального позиционирования..	38
Работа 15. Гидрологические наблюдения.....	39
Работа 16. Оценка термических условий года и условий его увлажнения..	41
Вопросы к контрольной работе № 3.....	43
Заключение.....	44

Введение

Данное издание является рабочей тетрадью для лабораторно-практических занятий по курсу «Методы наблюдений и анализа в гидрометеорологии» для студентов факультета агрономии и биотехнологии, направления 05.03.04 – «Гидрометеорология».

С целью эффективного закрепления пройденного материала, весь курс состоит из тематических заданий, включающих в себя таблицы для заполнения по результатам выполненных наблюдений, задачи для решения, схематическое изображений приборов и их составных частей, а также вопросы для самоконтроля студентов.

Каждая работа после выполнения, сдается преподавателю, после чего в тетради ставится соответствующая отметка, которая заверяется подписью преподавателя. Выполнение и защита всех работ является обязательным условием допуска к экзамену.

Работа 1

ИЗМЕРЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ (пиранометр)

Цель занятия: Изучить виды солнечных радиационных потоков и познакомиться со способами измерения солнечной радиации.

Задачи: Освоить методы измерения солнечной радиации и получить навыки работы с приборами для ее измерения.

Задание: 1. Провести измерения рассеянной и суммарной радиации пиранометром.
2. Рассчитать прямую радиацию.

Таблица 1

Результаты измерения солнечной радиации пиранометром

Место нуля гальванометра			Рассеянная радиация (с экраном)			Суммарная радиация (без экрана)		
N_0'	N_0''	$\frac{N_0' + N_0''}{2}$	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6

Таблица 2

Вычисление рассеянной и суммарной радиации

Рассеянная радиация (D)		Суммарная радиация (Q)	
$\frac{N_1 + N_2 + N_3}{3}$		$\frac{N_4 + N_5 + N_6}{3}$	
$\pm \Delta N$		$\pm \Delta N$	
$\frac{N_0' + N_0''}{2}$		$\frac{N_0' + N_0''}{2}$	
Сумма		Сумма	
Переводной множитель (K)		Переводной множитель (K)	

Радиация, Вт/м²

Рассеянная (D) _____

Суммарная (Q) _____

Прямая (S') _____

Задача: отсчет по гальванометру при работе с экраном равен 16 делений, без экрана - 47 делений, переводной множитель $K = 10$ Вт/м². Определить приход прямой радиации на горизонтальную поверхность (S')

Задача: прямая радиация, измеренная актинометром $S = 260$ Вт/м², рассеянная радиация $D = 134$ Вт/м², высота солнца над горизонтом $h = 30^\circ$. Найти суммарную радиацию (Q).

Вопросы: 1. Каков принцип действия термоэлектрического пиранометра?

2. Как записывается уравнение радиационного баланса днем в ясную и пасмурную погоду, ночью? 3. Какова роль солнечной радиации как незаменимого фактора среды обитания?

Работа 2

ИЗМЕРЕНИЕ ОТРАЖАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ (альбедометр походный)

Цель занятия: Изучить особенности альбедо и его зависимость от различных свойств поверхности.

Задачи: Освоить методы измерения альбедо и получить навыки работы с приборами для ее измерения.

Задание: 1. Произвести измерение отраженной и суммарной радиации альбедометром.
2. Рассчитать альбедо.

Таблица 3

Результаты измерения альбедо походным альбедометром

Место нуля			Суммарная радиация (Q)			Отраженная радиация (R _к)		
<i>N</i> ₀ '	<i>N</i> ₀ ''	$\frac{N_0' + N_0''}{2}$	<i>N</i> ₁	<i>N</i> ₂	<i>N</i> ₃	<i>N</i> ₄	<i>N</i> ₅	<i>N</i> ₆

Таблица 4

Вычисление отражающей способности

Суммарная радиация (Q)		Отраженная радиация (R _к)	
$\frac{N_1 + N_2 + N_3}{3}$		$\frac{N_4 + N_5 + N_6}{3}$	
$\pm \Delta N$		$\pm \Delta N$	
$\frac{N_0' + N_0''}{2}$		$\frac{N_0' + N_0''}{2}$	
Сумма		Сумма	
Переводной множитель (K)		Переводной множитель (K)	

Радиация, Вт/м²

Отраженная (R_к) _____

Суммарная (Q) _____

Альбедо A = (R_к / Q) x 100% _____

Задача: альбедо подстилающей поверхности A=55 %, суммарная радиация Q = 280 Вт/м² Чему равна величина поглощенной радиации?

Задача: суммарная радиация Q = 270 Вт/м², отраженная коротковолновая радиация R_к = 80 Вт/м². Чему равна поглощательная способность такой поверхности?

Вопросы: 1. Какие естественные поверхности имеют наибольшее и наименьшее альбедо?
2. Каковы правила использования альбедометра?

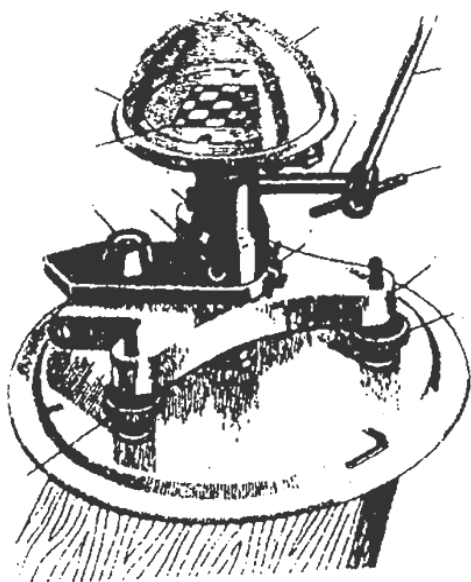


Рис. Термоэлектрический пирометр М-80М:
 1 - установочные винты; 2 - уровень; 3, 10 - винты; 4 - стойка;
 5 - термобатарея; 6 - корпус; 7 - стеклянный колпак;
 8 - стержень; 9 - трубка; 11 - пружина; 12 - тренога

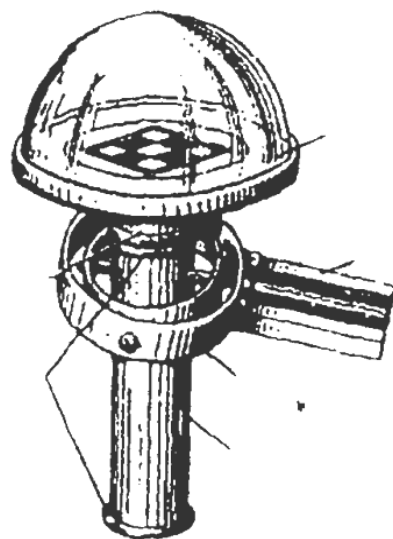


Рис. Альбедометр походный М-69:
 1 - резиновые прокладки; 2 - шулка; 3 - головки
 пирометра; 4 - рукоятка; 5 - карданный подвес;
 6 - трубка

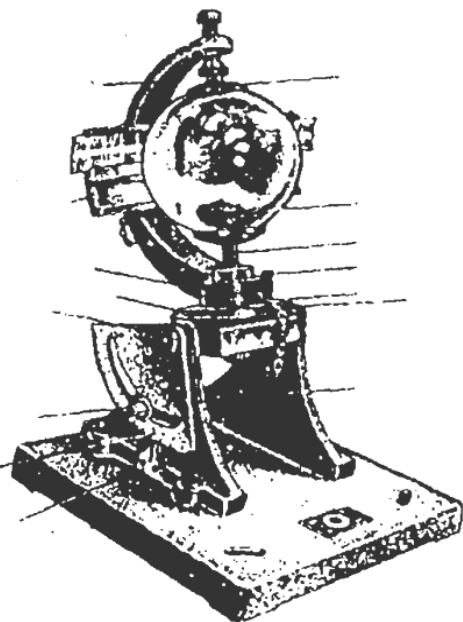


Рис. Гелиограф универсальный ГУ-1:
 1 - указатель широты; 2 - сектор; 3 - винт для закрепления
 угла наклона оси; 4 - горизонтальная ось; 5 - лимб;
 6 - холонка; 7 - чашка; 8 - скоба; 9 и 11 - верхний и
 нижний упоры; 10 - стеклянный шар; 12 - штифт;
 13 - диск; 14 - индекс на диске; 15 - стойка

Современные актинометрические приборы



Альбедометр CM-7B



Пиранометр SPN 1



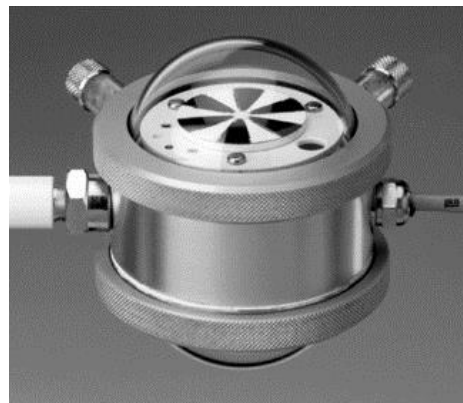
Установка из 2-х пиранометров CMP 11



Пиранометр SP Lite Silicon



Пиранометр QMS101



Двойной пиранометр (альбедометр)

Работа 3

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ (термометры: срочный, минимальный, максимальный, коленчатые, походный, вытяжные)

Цель занятия: Изучить особенности распространения температуры по почвенному профилю и строение жидкостных термометров.

Задачи: Освоить методы измерения температуры почвы и получить навыки работы с приборами для ее измерения.

Задание: 1. Произвести отсчет температуры почвы по срочному, максимальному, минимальному, коленчатым, походному и вытяжным термометрам.

2. Ввести поправки к отсчету по температурам и дать исправленную величину.

Таблица 5

Результаты измерения температуры почвы

Термометры		отсчет	поправка	исправленная величина
Срочный				
Максимальный				
Минимальный				
Коленчатые	5 см			
	10 см			
	15 см			
	20 см			
Походный	10 см		—	—
Вытяжные	20 см			
	80 см			
Глубина промерзания почвы, см			—	—

Задача. Изобразить графически, согласно законам Фурье суточный ход температуры на поверхности почвы и на глубине 40 см.

Вопросы:

1. Что такое активный слой почвы и какова его глубина?
2. До какой глубины прослеживается годовой ход температуры в почве?
3. Как правильно выбрать площадку для установки почвенных термометров?

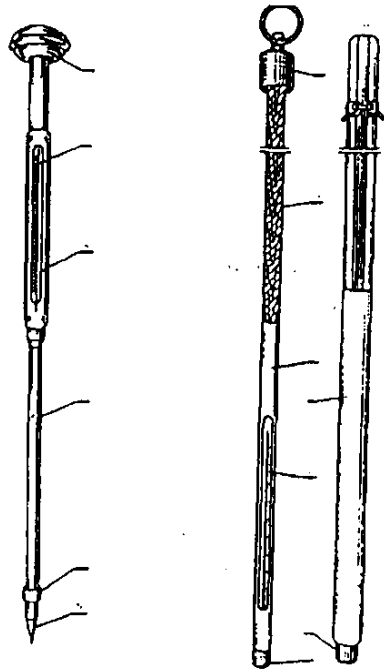


Рис. Термометр-щуп АМ-6
 1 – ручка, 2 – термометр, 3 – прорезь, 4 – оправа,
 5 – прокладка, 6 – наконечник

Рис. Термометр вытяжной ТПВ-50
 1 и 7 – металлический колпачок, 2 – термометр,
 3 – оправа, 4 – деревянный шест,
 5 – колпачок с кольцом,
 6 – эбонитовая трубка

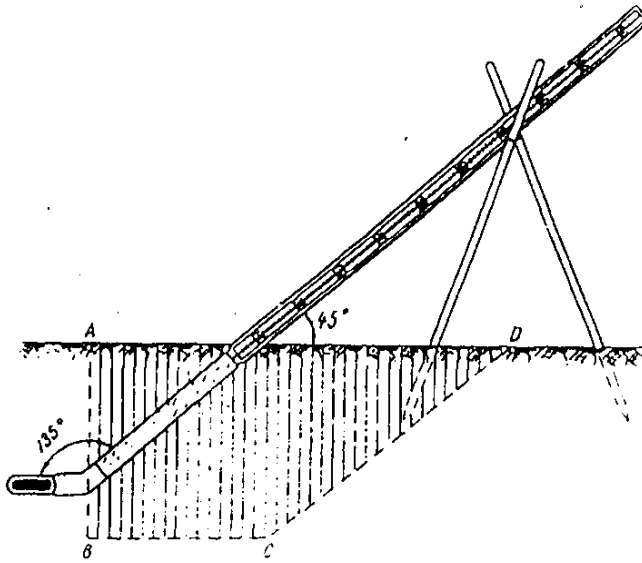


Рис Установка коленчатого термометра ТМ-5

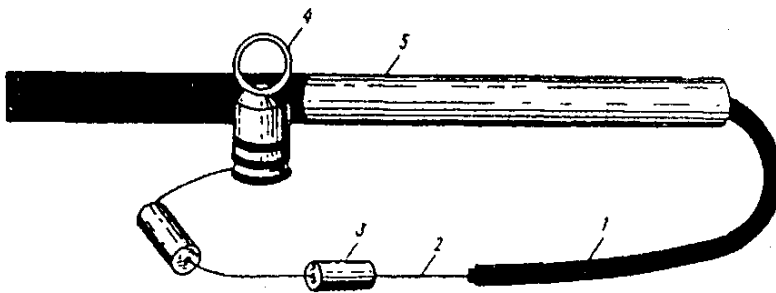


Рис. Мерзлотер АМ-21
 1 – защитная трубка, 2 – резиновая трубка, 3 – шнур, 4 – пробки, 5 – колпачок с кольцом

Современные термометрические приборы



Измеритель температуры,
влажности, рН
TFA 481000



Термометр S 122316



Термометр почвенный ТБП
термометр с



Цифровой
выносным датчиком



Почвенный термометр с возможностью
измерения влажности почвы TR 46908



Термометр с возможностью
измерения рН почвы HI 99121 N

Работа 4

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА (термометры: психрометрический, минимальный, максимальный)

Цель занятия: Изучить особенности распределения температуры в приземном слое атмосферы и правила размещения термометров в психрометрической будке.
Задачи: Освоить методы измерения температуры воздуха и получить навыки работы с приборами для ее измерения.

Задание: 1. Произвести отсчет температуры воздуха по психрометрическому, минимальному и максимальному термометрам.
2. Ввести поправки к отчету по термометрам и дать исправленную величину.

Таблица 6

Результаты измерения температуры воздуха

Термометры		отсчет	поправка	Испр. величина
Психрометрический (сухой)				
Максимальный	до встряхивания			
	после			
Минимальный	спирт			
	штифт			

Задача. Рассчитать сумму активных температур выше 10° ($\sum t_{ак} > 10^{\circ}$) и сумму эффективных температур ($\sum t_{эф} > 5^{\circ}$), используя среднесуточные температуры:

Таблица 7

Расчет сумм активных и эффективных температур

Среднесуточная температура, $^{\circ}\text{C}$	3	8	14	18	12	7	23	20	Сумма температур
$\sum t_{ак} > 10^{\circ}$									
$\sum t_{эф} > 5^{\circ}$									

Сумма активных температур - показатель характеризующий количество тепла и выражающийся суммой средних суточных температур воздуха, превышающий биологический минимум температуры.

Сумма эффективных температур - показатель характеризующий количество тепла, выраженной суммой средних суточных температур воздуха, уменьшенных на величину биологического минимума температуры.

Вопросы:

1. Опишите основные конструктивные особенности минимального и максимального термометров.
2. Каков принцип действия минимального и максимального термометров?
3. Как правильно установить термометры для измерения температуры воздуха?

Работа 5

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА (термограф)

Цель занятия: Изучить особенности строения и разновидности термографов.

Задачи: Освоить методы измерения температуры воздуха термографом и получить навыки работы с ним

Задание: 1. Произвести отсчеты срочной температуры воздуха по психрометрическому термометру и термографу.

2. Ввести поправку к отсчету психрометрического термометра.

3. Рассчитать поправку к отсчету по термографу и ввести ее.

Таблица 8

Определение поправки на показания термографа

Наименование приборов	Отсчет	поправка	Исправленная величина
Термометр психрометрический			
Термограф недельный			

Задача: Пользуясь лентами суточного термографа определить максимальную, минимальную температуру воздуха и амплитуду температуры за метеорологические сутки (между 18 часами предыдущих и последующих суток).

Таблица 9

Обработка ленты термографа

Наименование прибора	максимум	минимум	амплитуда
Термограф суточный			

Вопросы: 1. Каков порядок установки термографа в рабочее состояние?

2. Как обрабатывается лента термографа?

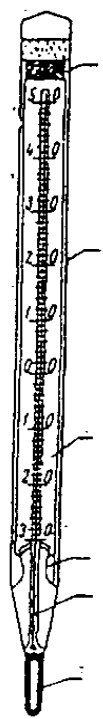


Рис. Срочный термометр ТМ-3.

1 и 4 — крепление шкалы, 2 — стеклянная оболочка, 3 — шкала, 5 — капиллярная трубка, 6 — резервуар

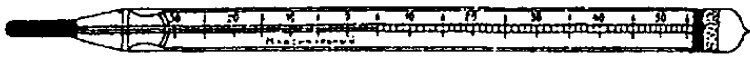


Рис. Максимальный термометр ТМ-1.

1 — штифт, 2 — резервуар, 3 — капилляр

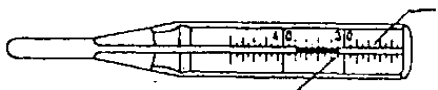
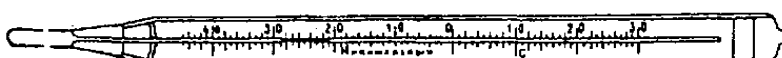


Рис. Минимальный термометр ТМ-2.

1 — мениск спирта, 2 — штифт.

Рис. Психрометрический термометр ТМ-4.

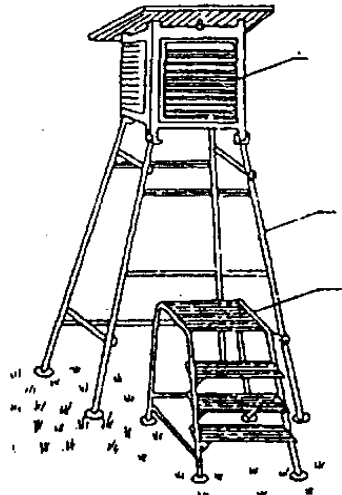
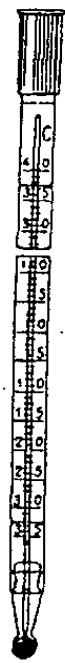


Рис. Психрометрическая будка БП-1.

1 — будка, 2 — подставка, 3 — лесенка.

Современные приборы для записи изменений температуры воздуха



M-16 A



T-print G 0221



VLT 4 siVLTH



Loggicar-E

Вопросы к контрольной работе 1

1. Устройство и принцип работы термоэлектрического пиранометра.
2. Устройство и принцип работы альбедометра походного.
3. Устройство и принцип работы гелиографа Величко.
4. Устройство и принцип работы вытяжных почвенных термометров.
5. Устройство и принцип работы минимального термометра.
6. Устройство и принцип работы максимального термометра.
7. Термометры, используемые для измерения температуры почвы.
8. Устройство и принцип работы термографа.
9. Правила обработки ленты термографа.
10. Виды радиационных потоков, измеряемые пиранометром.
11. Виды радиационных потоков, измеряемые альбедометром.
12. Требования к установке и устройству психрометрической будки.
13. Требования к оборудованию почвенной площадки.
14. Правила работы с термоэлектрическим пиранометром и записи его данных.
15. Правила работы с походным альбедометром и записи его данных.
16. Правила работы с гелиографом Величко и записи его данных.
17. Правила работы с термометрами для измерения температуры почвы и записи их данных.
18. Правила работы с термометрами для измерения температуры воздуха и записи их данных.
19. Современные приборы для измерения температуры почвы.
20. Современные приборы для измерения температуры воздуха.

Работа 6

ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА (психрометры стационарный и аспирационный)

Цель занятия: Изучить параметры, характеризующие влажность воздуха и строение стационарного психрометра.

Задачи: Освоить психрометрический метод измерения влажности воздуха и получить навыки работы со стационарным и аспирационным психрометрами, а также работу с психрометрическими таблицами

- Задание:**
1. Произвести отсчет температуры по стационарному психрометру в метеорологической будке.
 2. Ввести поправки к отсчетам.
 3. Дать исправленную величину.
 4. Используя психрометрические таблицы определить: парциальное давление водяного пара (e), относительную влажность (f), недостаток насыщения (d), точку росы (td), парциальное давление насыщенного водяного пара (E).
 5. В холодный период года за 0,5 часа до наблюдения смочить батист на резервуаре смоченного термометра.

Давление воздуха (P) ___ гПа

Таблица 10

Расчет показателей влажности воздуха по стационарному психрометру

	отсчет		поправка		испр. величина	
Сухой термометр (t)						
Смоченный термометр (t')						
t - t'						
Δe						
Парциальное давление (e), гПа						
Относительная влажность (f), %						
Недостаток насыщения (d), гПа						
Точка росы (td), °C						
Давление насыщенного водяного пара (E), гПа						

Формулы для расчета относительной влажности и дефицита насыщения:

$$f = e/E \times 100\%$$

$$d = E - e$$

Задачи:

1. Сравнить величину давления насыщенного водяного пара (E), рассчитанную по психрометрическим таблицам и формуле.

2. Показания сухого термометра 20,3 °C, смоченного 17,8 °C, атмосферное давление 1010 гПа. Определить:

Δe = , e = , f = , d = , ta = , E =

3. Если t = t' какие значения имеют f и d?

4. Если температура воздуха опустилась до точки росы, какие значения имеют f и d?

Расчет показателей влажности воздуха по аспирационному психрометру

	отсчет		поправка		исправленная величина	
Сухой термометр (t)						
Смоченный термометр (t')						
t - t'						
Δe						
Парциальное давление (e), гПа						
Относительная влажность (f), %						
Недостаток насыщения (d), гПа						
Точка росы (td), °C						
Давление насыщенного водяного пара (E), гПа						

Задача: Показания сухого термометра 14,0°C, смоченного 9,5°C, атмосферное давление 1020 гПа. Определить:

$$\Delta e = \quad , \quad e = \quad , \quad f = \quad , \quad d = \quad , \quad t_d = \quad , \quad E =$$

Задача: Показания сухого термометра 26,0°C, смоченного 23,7°C, атмосферное давление 960 гПа. Определить:

$$\Delta e = \quad , \quad e = \quad , \quad f = \quad , \quad d = \quad , \quad t_d = \quad , \quad E =$$

Вопросы:

1. В чем заключается существо психрометрического метода измерения влажности воздуха?
2. Какие правила наблюдения по стационарному психрометру в холодный период года с температурами до -10° ?
3. Как будет различаться по степени сухости воздух при относительной влажности 80 и 20%?
4. Почему в ночные часы чаще всего образуется роса?
5. Назвать величины характеризующие влажность воздуха.
6. Почему аспирационный психрометр считают «походным»?
7. Опишите основной принцип положенный в основу работы прибора.

Работа 7

ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА (гигрометр волосной)

Цель занятия: Изучить особенности строения и функционирования волосного гигрометра.

Задачи: Освоить гигроскопический метод измерения влажности воздуха и получить навыки работы с волосным гигрометром

Задание:

1. Произвести отсчет температуры по сухому термометру и по гигрометру в метеорологической будке.
2. Ввести поправку к отсчету по сухому термометру и дать исправленную величину.
3. Пользуясь графиком, по показанию гигрометра найти относительную влажность воздуха.
4. Используя психрометрические таблицы, определить характеристики влажности воздуха.

Таблица 12

Измерение влажности воздуха волосным гигрометром

	отсчет	поправка	испр. величина
Термометр			
Гигрометр			
Относительная влажность (f), %			
Парциальное давление (e), гПа			
Недостаток насыщения (d), гПа			
Точка росы (td), °С			
Давление насыщенного водяного пара (E), гПа			

Задача: Показание сухого термометра $7,2^{\circ}\text{C}$, шкала гигрометра 73 деления. Определить:

$$e = \quad , f = \quad , d = \quad , t_d = \quad , E =$$

Задача: Показание сухого термометра $-4,5^{\circ}\text{C}$, шкала гигрометра 34 деления. Определить:

$$e = \quad , f = \quad , d = \quad , t_d = \quad , E =$$

Вопросы:

1. Охарактеризуйте метод, применяемый для измерения влажности воздуха волосным гигрометром.
2. Что такое физическое испарение, транспирация и суммарное испарение? Назовите факторы, влияющие на испарение.
3. Опишите назначение, устройство и принцип действия гигрографа.
4. Как построить тарировочный график для гигрометра?

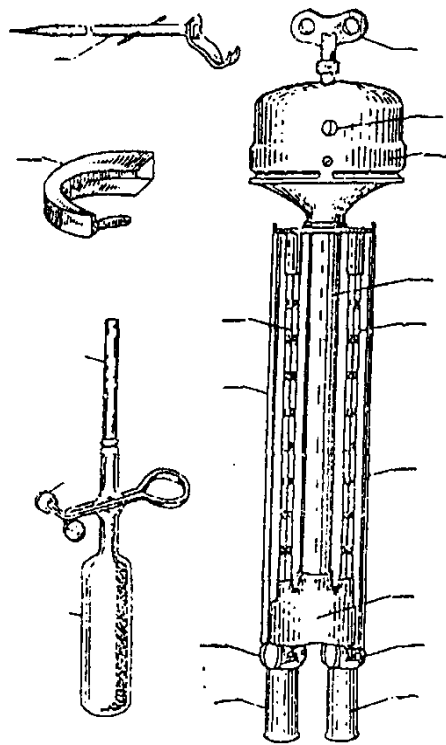


Рис. Аспирационный психрометр МВ-4М.

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

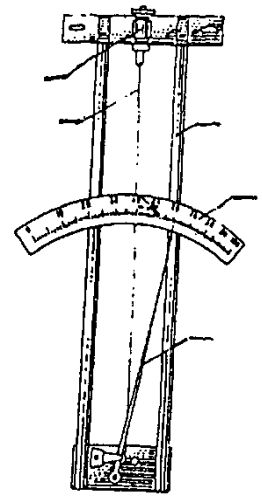


Рис. Волосной гигрометр МВ-1.

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

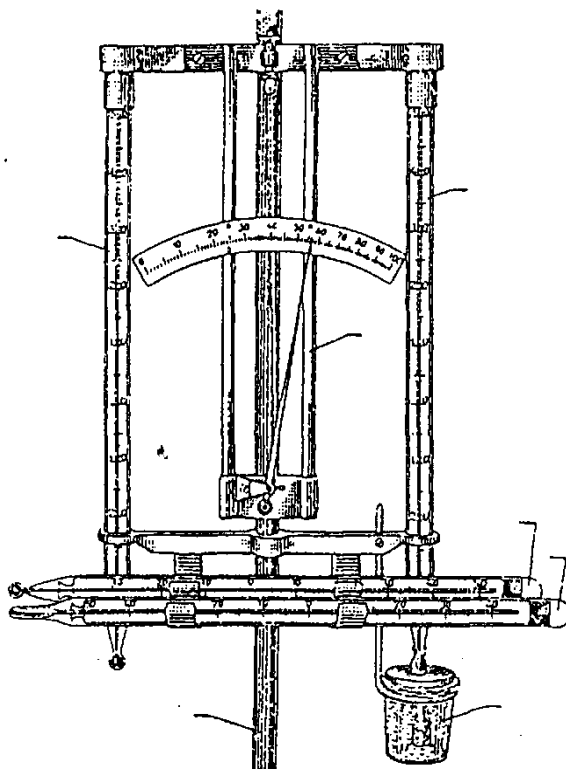


Рис. Установка приборов в психрометрической будке.

1 — штатив, 2, 3 — сухой и смоченный термометры, 4 — гигрометр, 5, 6 — максимальный и минимальный термометры, 7 — стаканчик с водой.

Современные психрометры



RST 0601



EXTECH HD 500



EXTECH RH 490

Работа 8

ИЗМЕРЕНИЕ ОСАДКОВ (осадкомер Третьякова)

Цель занятия: Изучить параметры, характеризующие осадки, условия их выпадения, строение осадкомеров и дождемеров.

Задачи: Освоить методы измерения осадков и получить навыки работы с осадкомером Третьякова

Задание: Определить количество осадков (мм) и поправки на смачивание ведра осадкомера

Таблица 13

Измерение осадков с помощью осадкомера Третьякова

Цена деления измерительного стакана Н, мм	Количество выпавших		Количество осадков после слива, мм	Разность (поправка на смачивание), мм	Количество выпавших осадков, т/га
	делений стакана	мм			

Задача: За сутки выпало 70 мм осадков, причем 55 % этих осадков выпало между 14-16 ч. Определить интенсивность осадков в этот промежуток времени и в течении суток (мм/мин., мм/час.)

Задача: В результате сильного ливня количество выпавших осадков за 15 мин. составило 46,5 мм. Сколько воды в м³ (т) выпало за 1 мин. на площадь 1 га?

Вопросы:

- 1) Что такое конденсация? Как происходит конденсация в атмосфере?
- 2) Охарактеризуйте приборы для измерения осадков.
- 3) Что входит в комплект осадкомера?
- 4) Перечислите наземные гидрометеоры и дайте анализ их образования.

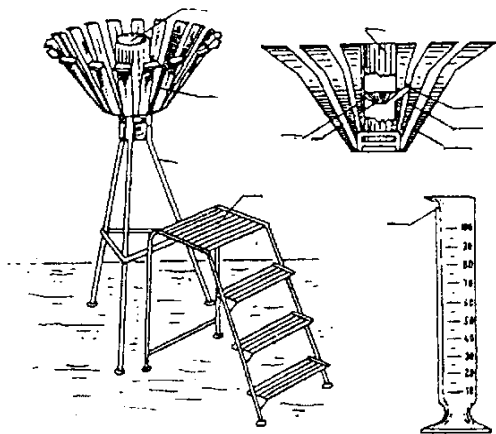


Рис. Осадкомер Третьякова О-1.

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

Рис. Дождемер полевой М-99.
1 — стакан, 2 — верхняя часть стакана, 3 — воронка.

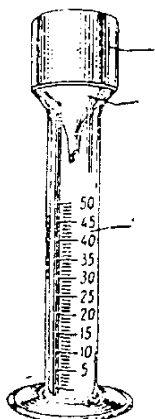


Рис. Почвенный дождемер ГР-28.
1 — носик, 2 — ведро, 3 — гнездо, 4 — диафрагма, 5 — опоры.

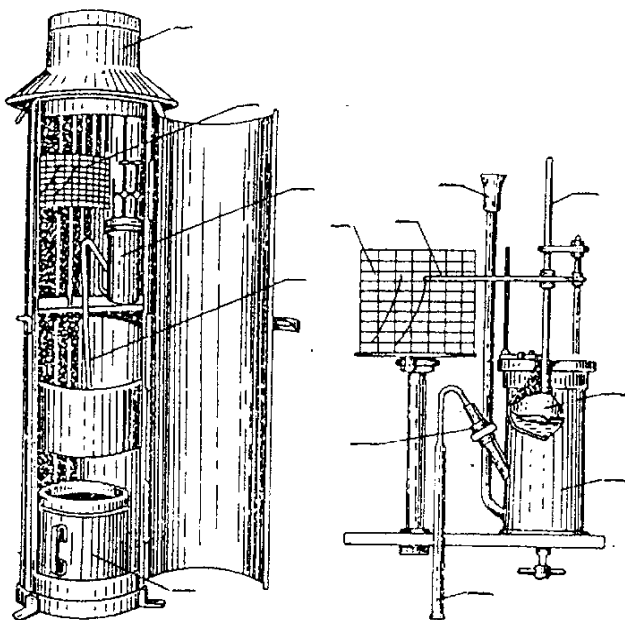
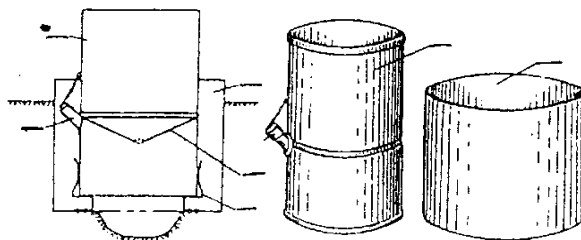


Рис. Плувиограф П-2.

1 — приемный сосуд, 2 — сливная трубка, 3 — поплачковая камера, 4 — поплавок, 5 — стержень поплавка, 6 — стрелка с пером, 7 — трубка, 8 — сифон, 9 — барабан, 10 — водосборный сосуд.

Современные приборы для регистрации осадков



Чаша - дождемер



Автономный осадкомер OTT Pluvio



DELTA OHM

Работа 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ СНЕГА И ЗАПАСОВ ВОДЫ В НЕМ (весовой снегомер, маршрутная снегомерная рейка)

Цель занятия: Изучить параметры, характеризующие снежный покров и строение весового снегомера.

Задача занятия: Освоить метод определения плотности снега и получить навыки работы с весовым снегомером

- Задание:
1. Измерить высоту снежного покрова переносной рейкой.
 2. Произвести измерения снегомером в 2-х точках
 3. Определить плотность снега.
 4. Рассчитать запас воды в мм и м³/га.

Таблица 14

Определение параметров снежного покрова

Дата	Наблюдения	Высота снега, см		Отсчет по шкале безмена	Плотность снега	Запас воды	
		по рейке	по шкале цилиндра			мм	м ³ /га
	1.						
	2.						
	Среднее						

Формула для расчета запасов воды в снеге:

$$H = 10hd,$$

где, H – запасы воды в снеге, мм; d – плотность снега, г/см³; h – высота снега, см

Задача: Высота снега 32 см, толщина ледяной корки 8 мм, плотность снега 0,35 г/см³. Найти общие запасы влаги в м³/га.

Задача: Определить высоту снежного покрова, если плотность снега 0,31 г/см³, запасы воды в снеге 1050 м³/га.

Вопросы:

1. Какое значение имеет снежный покров?
2. Какие факторы влияют на накопление и распределение снежного покрова? Каковы его характеристики?
3. Как устроен весовой снегомер? Порядок производства наблюдений.

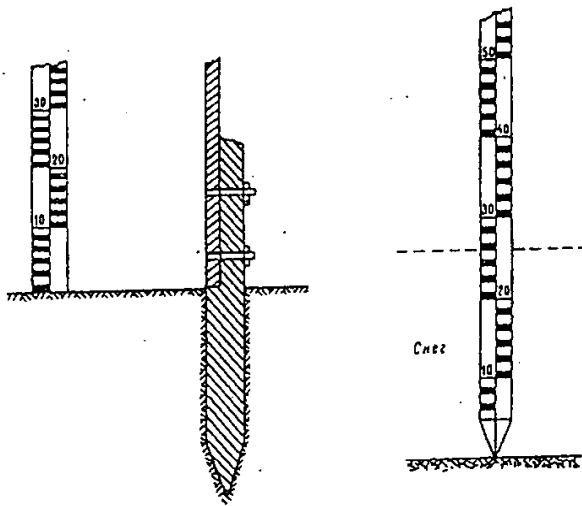


Рис. Снегомерные рейки.

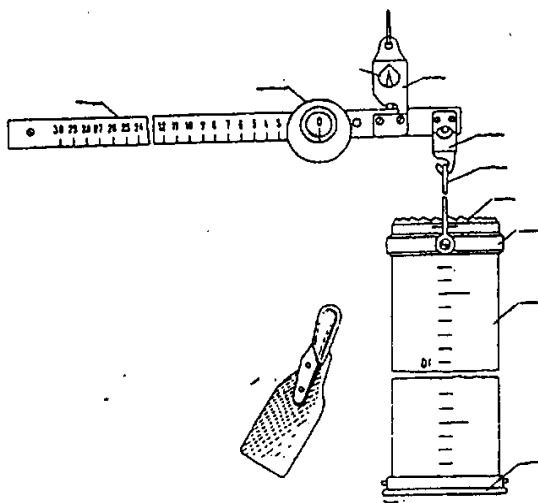


Рис. Походный весовой снегомер ВС-43.

1 — латунная рейка, 2 — передний груз, 3 — стрелка, 4 — подвес, 5 — крючок, 6 — дужка, 7 — режущая кромка, 8 — кольцо, 9 — снегозаборник, 10 — крышка, 11 — лопатка.

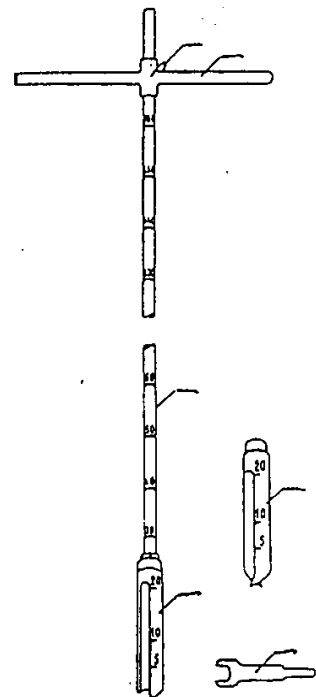
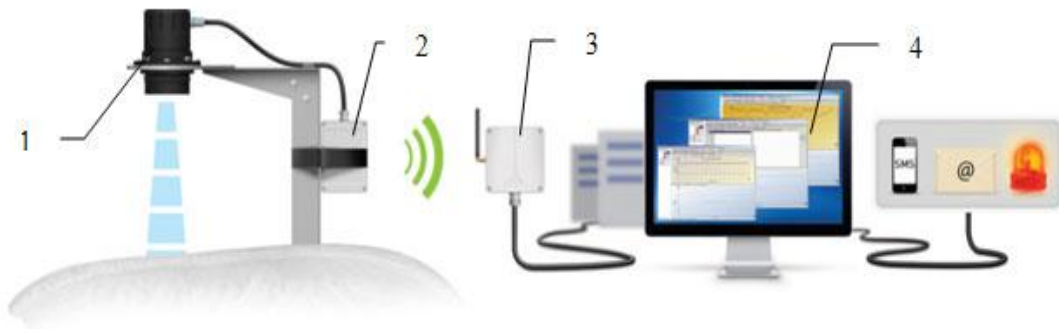


Рис. Почвенный бур АМ-16.

1, 5 — буровые стаканы, 2 — штанга с контражкой, 3 — фиксатор, 4 — рукоятка, 6 — ключ-чистилка.

Схема работы современного прибора для измерения высоты снежного покрова

- 1-
- 2-
- 3-
- 4-



Работа 10

ИЗМЕРЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ (барометр - анероид)

Цель занятия: Изучить закономерности распределения атмосферного давления в атмосфере и строение барометров.

Задачи: Освоить методы измерения атмосферного давления и получить навыки работы с барометром-анероидом.

Задание:

1. Произвести отсчет давления и температуры по анероиду.
2. Сделать расчет поправок и определить суммарную поправку.
3. Найти исправленную величину давления воздуха.

Таблица 15

Определение атмосферного давления

Наименование прибора	Отсчет	Суммарная поправка	Исправленная величина
Анероид			
Термометр при анероиде			

Таблица 16

Расчет поправок анероида

На шкалу	Приведенная к 0°C	Добавочная	Суммарная

Задачи: 1. Вычислить барическую ступень при давлении 1000 гПа и температуре, °C:

1. -40 h =
2. 0,0 h =
3. +40 h =

4. Рассчитать превышение 3-го этажа над 1-м этажом здания, используя формулу Бабинэ.

Вопросы:

1. На сколько метров надо переместиться по вертикали, чтобы давление изменилось на 1 гПа?
2. Когда - летом или зимой (днем или ночью) - давление с высотой уменьшается быстрее?
3. Как связать наличие горизонтального барического градиента и ветра?

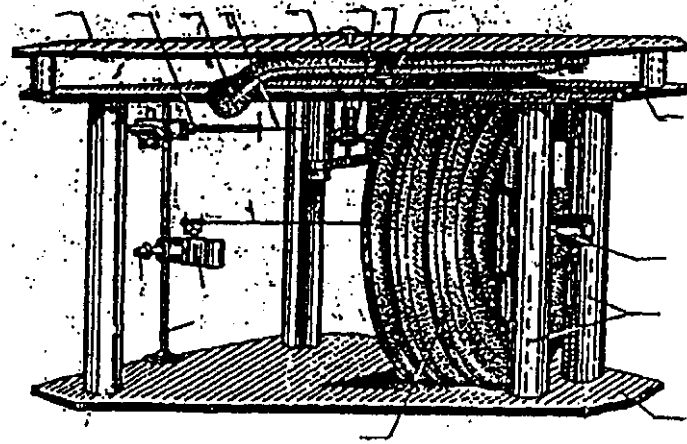


Рис. Механизм барометра-анероида БАММ-1.

1 — плата, 2 — бароблок, 3 — тяга, 4, 8 — плечи рычага, 5 — ось, 6, 15 — регулировочные винты, 7 — стрелка, 9 — термометр, 10 — шарнирная цапфка, 11 — ось стрелки, 12 — ролик, 13 — шкальная плата, 14 — спиральная пружина, 16 — стойка.

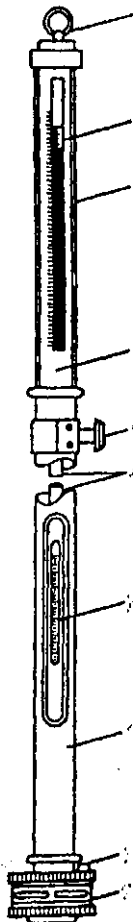


Рис. Барометр часовый станционный СР:

1 — кольцо; 2 — нониус; 3 — защитное стекло; 4 — оправка; 5 — кремальера; 6 — барометрическая трубка; 7 — термометр; 8 — винт; 9 — чашка

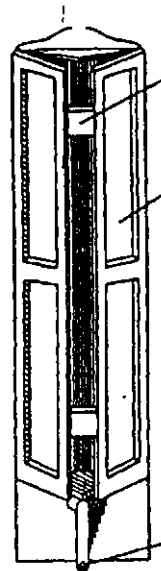


Рис. Шкафчик для установки барометра:

1 — прорезь с матовым стеклом; 2 — дверца; 3 — крепление

Работа 11

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ВЕТРОМ (Флюгер Вильда, ручной анемометр)

Цель занятия: Изучить особенности ветрового режима на Земле, а также строение флюгера и анемометра.

Задачи: Освоить методы измерения скорости и направления ветра и получить навыки работы с флюгером и анемометром.

Задание:

1. Определить направление ветра, среднее положение доски и ее максимальное отклонение по флюгеру Вильда.
2. Произвести три измерения скорости ветра по анемометру.
3. Используя тарировочный график, определить скорость ветра в м/с.

Таблица 17

Результаты наблюдения по флюгеру

Направление ветра	Скорость ветра	
	Среднее положение доски	м/с

Таблица 18

Результаты наблюдения по анемометру

Время	Отсчеты анемометра		Разность $K_2 - K_1$	Количество секунд	Деление счетчика в 1 сек	Скорость ветра, м/с	Средняя скорость ветра, м/с
	K_1	K_2					

Задача:

1. Как записать направление ветра в румбах и как его назвать, если воздушный поток движется:
 - а) с севера на юг:
 - б) с северо-запада на юго-восток:
 - в) с юго-востока на северо-запад?
2. Перевести в румбы направление ветра, выраженное следующими числовыми значениями: 25° , 180° , 300° , 270° , 220°
3. Назовите местные ветры и дайте им характеристику.

Вопросы:

1. Как устанавливается флюгер на метеоплощадке?
2. В какой последовательности производятся наблюдения за направлением и скоростью ветра?
3. Что показывает шкала анемометра и как получить скорость ветра в м/с?

Роза ветров

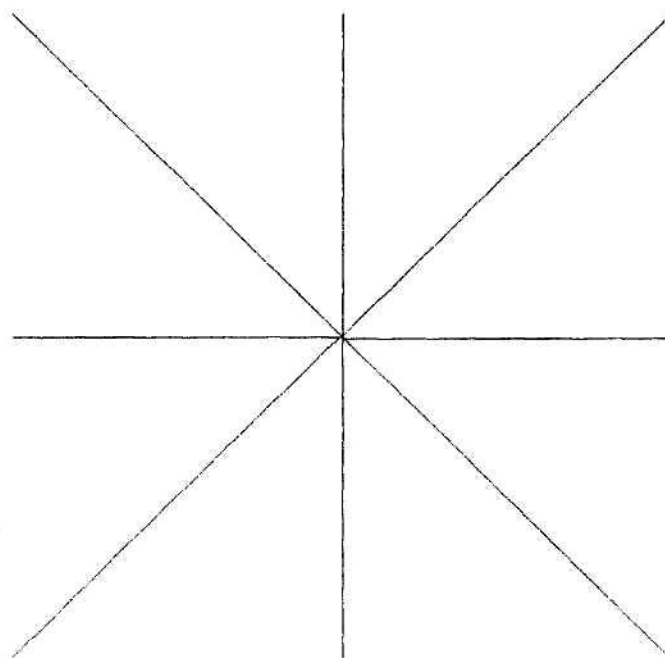
Повторяемость направлений ветра (%) и среднее число штилей

Задание: Используя данные повторяемости направлений ветра (%) для января и июля, построить розу ветров.

Таблица 19

Повторяемость направлений ветра

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Число штилей
Январь	3	15	35	11	6	9	12	9	7
Июль	13	8	10	6	7	15	8	33	9



Вопросы:

1. При каких работах и как учитывается роза ветров?
2. Какое значение имеет ветер в повседневной жизни, промышленности и сельском хозяйстве?

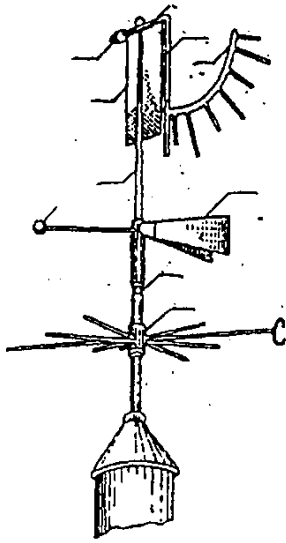


Рис. Флюгер Вильда.

1 — Флюгарка, 2 — противовес Флюгарки, 3 — неподвижная ось, 4 — муфта, 6 — металлическая доска, 6 — горизонтальная ось, 7 — трубка, 8 — дуга со штифтами, 9 — стержень дуги, 10 — груз-противовес.

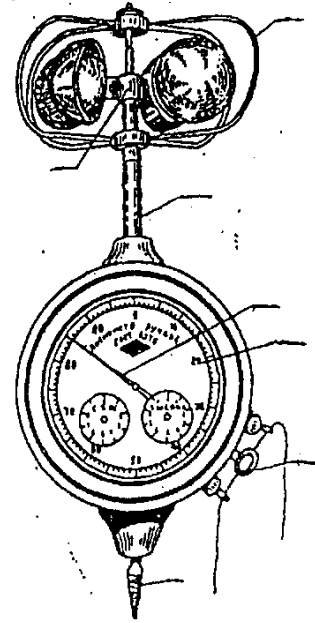


Рис. Анемометр ручной чашечный МС-13.

1 — ось, 2 — вертушка, 3 — кольцо арретира, 4 — винтовая нарезка, 5 — стрелка центральной шкалы, 6 — центральная шкала, 7 — металлическая дуга.

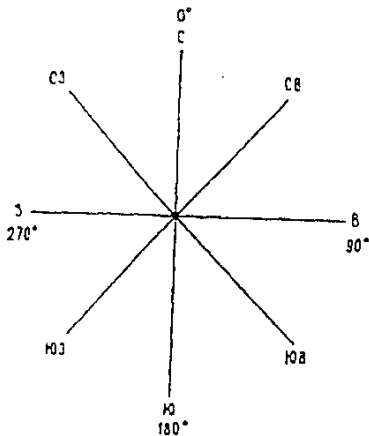
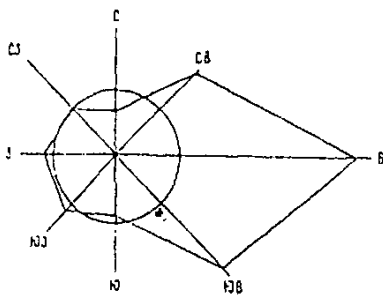
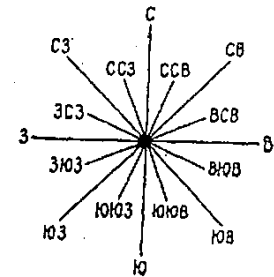


Рис. Основные румбы.

Рис. Расположение румбов.



Роза ветров за июль для ст. Мичуринск.

Для обозначения румбов используют начальные буквы стран света:

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| С — север, | Ю — юг, |
| ССВ — северо-северо-восток, | ЮЮЗ — юго-юго-запад, |
| СВ — северо-восток, | ЮЗ — юго-запад, |
| ВСВ — востоко-северо-восток, | ЗЮЗ — западо-юго-запад, |
| В — восток, | З — запад, |
| ВЮВ — востоко-юго-восток, | ЗСЗ — западо-северо-запад, |
| ЮВ — юго-восток, | СЗ — северо-запад, |
| ЮЮВ — юго-юго-восток, | ССЗ — северо-северо-запад. |

Современные приборы для измерения скорости и направления ветра



Термоанемометр чашечный LTT-1021



АТТ - 1002



Электронный термо-анемометр AM-50



Анемометр крыльчатый TESTO 41



Цифровой анемометр AV 9201

Вопросы к контрольной работе 2

1. Приборы, используемые для определения влажности воздуха. Принципы их работы.
2. Устройство и принцип работы стационарного психрометра.
3. Устройство и принцип работы аспирационного психрометра.
4. Устройство и принцип работы волосного гигрометра.
5. Устройство и принцип работы осадкомера Третьякова.
6. Устройство и принцип работы полевого дождемера.
7. Устройство и принцип работы плuviографа.
8. Устройство и принцип работы весового снегомера.
9. Устройство и принцип работы барометра анероида.
10. Устройство и принцип работы барографа.
11. Устройство и принцип работы флюгера Вильда.
12. Устройство и принцип работы ручного анемометра.
13. Роза ветров. Назначение и правила построения.
14. Виды и типы осадков.
15. Параметры, применяемые для характеристики осадков.
16. Параметры, применяемые для характеристики снежного покрова.
17. Параметры, применяемые для характеристики влажности воздуха.
18. Параметры, применяемые для характеристики ветра.
19. Устройство и принцип работы волосного гигрографа.
20. Современные приборы для измерения осадков

Работа 12

ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА (теодолит, рейка, планиметр)

Цель занятия: Изучить особенности теодолитной съемки на местности и принцип действия теодолитов

Задачи: Освоить методы теодолитной съемки и получить навыки работы с теодолитом.

Задание: Произвести съемку заданного участка с помощью теодолита. Составить схематический план участка в заданном масштабе. Измерить его площадь с помощью планиметра

Таблица 20

Журнал для записей результатов теодолитной съемки

№ точки станции	№ точки наблюдения	Отчет по горизонтальному углу	Расстояния, м	Схема теодолитного хода

Вопросы:

1. Что понимают под геодезической или топографической съемкой?
2. Какие Вы знаете виды съемки?
3. Каковы правила оформления топографического плана?



Теодолит 2Т30П



Электронный теодолит



Теодолит морской

Работа 13

ПРОДОЛЬНОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ (нивелир, рейки)

Цель занятия: Изучить особенности продольного нивелирования и принцип действия нивелира

Задачи: Освоить методы нивелирования и получить навыки работы с нивелиром.

Задание: Произвести продольное нивелирование участка, обозначенного преподавателем. С помощью нивелира и рейки определить превышение точек трассы и составить ее профиль.

Таблица 21

Журнал нивелирования

№ станции №№ реек	Расстояния до реек	Отчеты по рейкам		Превышения, мм	Ср. превышения, мм
		задняя	передняя		
План трассы					
Расстояния, м					
Отметки поверхности земли, м					

Вопросы:

1. Что такое нивелирование?
2. Какие методы определения превышений Вы знаете?
3. Каким образом производится определение отметок точек?

Работа 14

ИЗМЕРЕНИЕ КООРДИНАТ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

(Приемник GPS / GLONASS)

Цель занятия: Изучить особенности структурной схемы систем глобального позиционирования и принцип действия приемника данных систем

Задачи: Освоить методы определения координат и своего местоположения, а также получить навыки работы с приемником GPS / GLONASS.

Задание: Определить координаты метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона и ряда объектов по заданию преподавателя

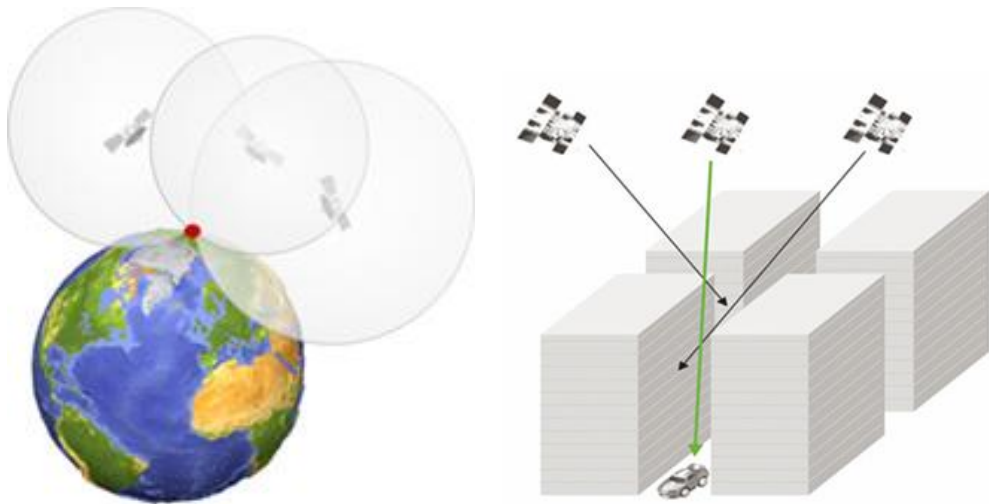


Таблица 22

Определение координат заданных объектов и своего местоположения

Наименование пункта	Координаты
1. Обсерватория имени В.А. Михельсона	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	

Вопросы:

1. Каков принцип действия систем глобального позиционирования?
2. Какое применение находят системы глобального позиционирования в промышленности, науке, повседневной жизни?

Работ 15

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Цель занятия: Изучить особенности гидрологических наблюдений и правила оборудования гидрологического поста

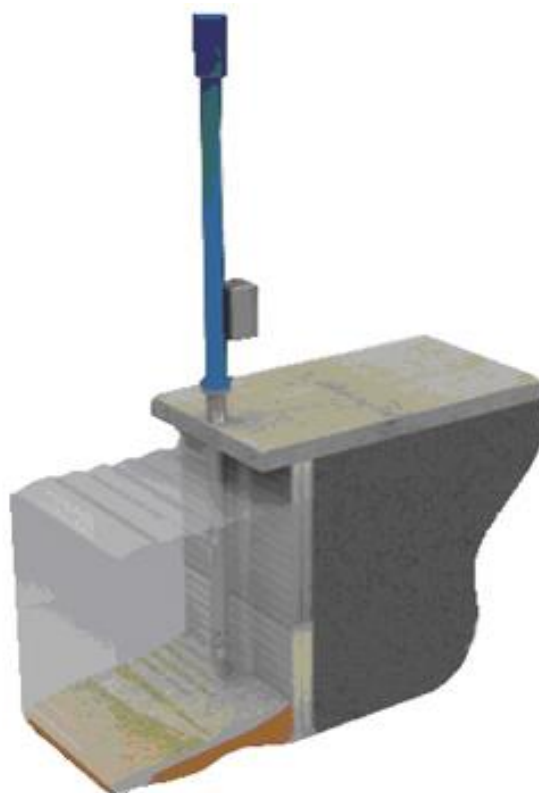
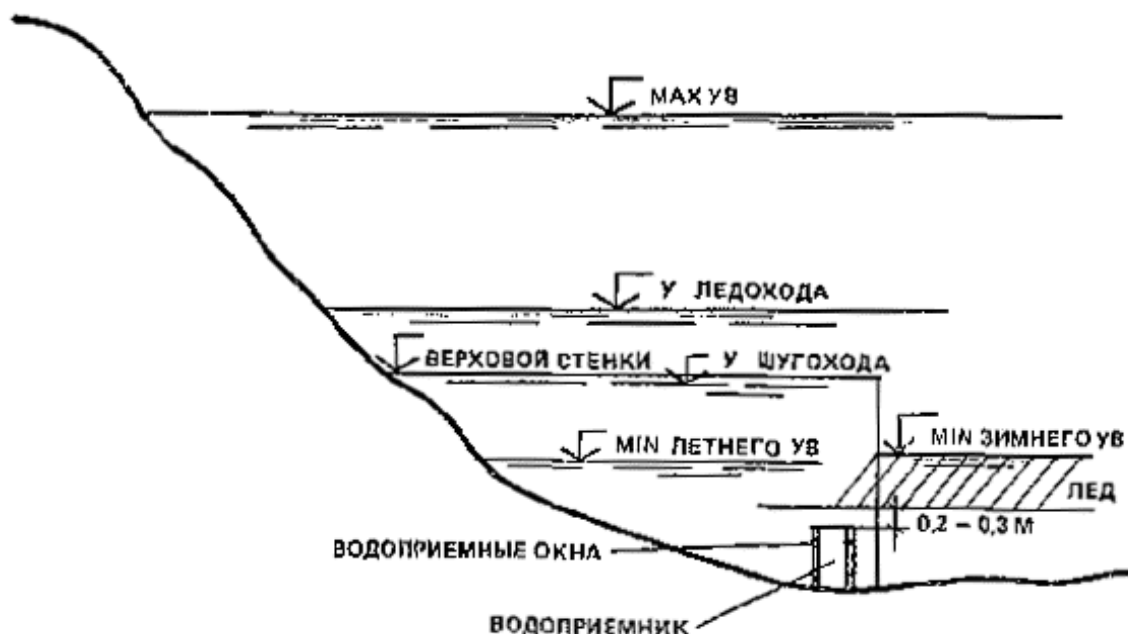
Задачи: Познакомиться с правилами и методиками гидрологических наблюдений

Задание: Перечислить правила организации гидрологического поста

Задание: перечислить виды гидрологических наблюдений

Вопросы:

1. Чем отличаются гидрологические посты 1, 2 и 3 класса?
2. Чем различаются программы наблюдений на равнинных и горных реках?



Автоматический гидрологический пост "АГП -1Р"

Предназначен для **автоматического замера уровня воды** в реках и судоходных каналах, передачи данных заинтересованным службам, архивирования и статистической обработки. АГП -1Р является информационной основой организации мониторинга по всему водному бассейну России.

Вопросы к контрольной работе 3

1. Принципы определения дальности видимости.
2. Правила определения облачности.
3. Устройство и принцип действия теодолитов.
4. Прокладка тахиметрического хода.
5. Устройство и принцип действия нивелиров.
6. Устройство и принцип действия модулей систем глобального позиционирования.
7. Современные приборы для комплексного измерения гидрометеорологических параметров.
8. Современная орбитальная группировка для гидрометеорологических наблюдений и анализов.
9. Гидрологические наблюдения.
10. Оборудование автоматизированного рабочего места наблюдателя.
11. Гляциологические наблюдения.
12. Структура функционирования Росгидрометцентра и его задачи.
13. Структура географической сети Росгидромета.
14. Правила размещения метеостанций и гидрометеопостов.
15. Правила оборудования комнаты наблюдателей на метеостанциях и гидрометеопостах.
16. Нормативные документы, организующие работу на метеостанциях и гидрометеопостах.
17. Применение метеорологической информации в повседневной жизни и для решения производственных задач.
18. Виды и типы облаков.
19. Методы оценки загрязнения атмосферы.
20. Правила проведения наблюдений на метеостанциях и гидрометеопостах.

Учебное издание

Составители:

Авдеев Сергей Михайлович
Белолобцев Александр Иванович

МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЙ И АНАЛИЗА В ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

Рабочая тетрадь

Издано в редакции составителей
Корректурa составителей