

# Метеонаблюдения при проведении натуралистических исследований

## МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ

*Н.П.Харитонов, заведующий отделом Городского программно-методического центра дополнительного образования детей, отличник народного просвещения*

Метеорология стала наукой в XIX веке. Однако история её преобразования в одну из отраслей знания относится к первым векам человеческой цивилизации. Историю метеорологии можно разделить на три основных периода.

*Первый период.* От 600 г. до н.э. до 1600 г. н.э. Этот период называется периодом догадок и предположений. В этот период господствовали идеи греческого философа Аристотеля относительно изучения атмосферных явлений.

*Второй период.* От 1600 г. до 1800 г. н.э. Этот период можно назвать «зарей метеорологии». Его можно охарактеризовать как начало изобретения и развития метеорологических приборов. В этот период начинается скоординированное и последовательное сравнение элементов атмосферных явлений. В рамках этого периода, в XVIII и XIX веках начинают складываться современные способы наблюдения атмосферных явлений.

*Третий период.* Этот период начинается с начала XX века. Метеорология становится одной из естественных наук. С этого времени начинается использование, применение и других наук, таких, как математика, физика, химия, в изучении и осмыслении природы земной атмосферы.

Изучение атмосферных явлений началось и стало развиваться ещё в лоне первых великих цивилизаций в Африке (Древнем Египте), Азии (Вавилоне), Юго-Восточной Азии (индийцами и татарами), в Восточной Азии. Тем не менее, большинство наших знаний в этой области идёт от древних египтян и вавилонян.

В Древнем Египте (3500 лет до нашей эры) метеорология имела религиозный характер. Древние египтяне считали, что различные природные явления подчиняются воле богов. Между

тем вавилоняне (3000 г. — 300 г. до нашей эры) уже связывали атмосферные явления с астрономическими изменениями, что позволило им познакомиться с космической метеорологией.

Несмотря на то, что первые наблюдения за атмосферными явлениями были произведены древними греками (600 лет до н.э.), однако нет свидетельств, подтверждающих, что они понимали, например, природу формирования облаков. Даже после появления сочинения Аристотеля (300 г. до н.э.) под заголовком «Метеорология», в котором было изложено всё, что знали к тому времени об атмосферных явлениях. Согласно представлениям Аристотеля воздушная оболочка земли образовалась из огня и воздуха. Его теория основана на том, что облака не могут формироваться на высоте, превышающей высоту самой высокой горы, поскольку ветер выше вершины горы содержит огонь в силу географического движения солнца.

### Взаимоотношения живых организмов со средой обитания

Каждый вид животного, растения или представителя другого царства живых организмов, имеет своё местообитание, свою **экологическую нишу**. Основными компонентами, из которых складывается местообитание, являются: факторы неживой природы (климат, почвы, воздух, вода, различные течения как воздушные, так и водные, кислотность и солёность, и некоторые другие) и окружающие живые организмы. Благоприятные или неблагоприятные природные факторы образуют среду, к которой должна приспособиться не только единичная особь в её борьбе за жизнь, но и весь вид в целом.

Взаимоотношения живых организмов со средой, в которой они обитают, а также между собой, изучает наука **экология**.

Известно, что многие процессы, протекающие в природе, в той или иной степени могут быть связаны с определёнными погодными изменениями. Изменения активности организмов в течение суток, миграции, сроки цветения и вегетации — лишь некоторые примеры влияния погодных условий на жизнь животных и растений.

Среда обитания организма — это та часть природы, которая его окружает и оказывает на него разнообразное воздействие. Элементы среды, воздействующие на организмы, называются **экологическими факторами**. Различают **абиотические факторы** (температура, свет, влажность, радиоактивное излучение и др.) и **биотические факторы** (все виды влияния живых организмов друг на друга и на физическую часть среды). В последнее время всё большее воздействие на виды и экосистемы оказывают **антропогенные факторы** (факторы, связанные с деятельностью человека).

Важнейшие абиотические факторы — солнечная радиация, температура, влажность и ряд других — получили название **климатических**, так как их закономерное сочетание определяет климат в разных точках нашей планеты.

Условия освещённости на Земле различны. В связи с этим в ходе естественного отбора возникли экологические группы растений, приспособленные к фотосинтезу при различных световых условиях. Различают **светолюбивые**, **тенелюбивые** и **теневыносливые** виды. Для большинства животных свет — важное условие ориентации в пространстве. Продолжительность светового дня является чрезвычайно важным фактором в жизни животных, и растений, как сигнал наступающих экологических изменений в природе.

Такие характеристики климата, как температура и влажность, являются основными факторами окружающей среды. Изучение и прогноз их изменения имеет большое значение для жизнедеятельности человека. Изменения температуры глубоко отражаются на жизнедеятельности всех организмов, так как температура изменяет скорость протекания в клетках физико-химических процессов. Большинство видов животных не способны поддерживать в своём теле оптимальную температуру. Активность этих животных (насекомые, рыбы, земноводные, пресмыкающиеся и др.) зависит от теплового режима окружающей их среды.

Вода — важная составная часть цитоплазмы в клетках. Многие виды активны только в сумерках, ночью или в дождливое время суток, когда повышается влажность приземного слоя воздуха.

Характер растительности в сильной степени зависит от атмосферных влияний и от почвы. Но и сама растительность участвует в водном балансе территории и сильно изменяет состав атмосферного воздуха в его приземном слое.

Часто на активность и развитие живых организмов влияет микроклимат различных местобитаний. Основными факторами формирования микроклимата являются рельеф и экспозиция склонов. На микроклиматические различия влияют также цвет поверхности почвы, её влажность, наличие водоёмов, распределение и характер растительности.

Поэтому проведение метеорологических наблюдений является неотъемлемой частью натуралистических исследований и помогает понять механизмы влияния окружающей среды на жизнедеятельность живых организмов.

## Организация метеонаблюдений

Во время работы многодневных практик и экспедиций из состава участников назначается ответственный за метеонаблюдения. При длительных поездках ответственных может быть двое. Ответственный за метеонаблюдения несёт определённые обязанности:

1. Регулярно проводит наблюдения за состоянием погодных условий и их изменениями.
2. Отвечает за своевременность и точность проведения наблюдений.
3. Регулярно информирует участников поездки о состоянии и изменении погоды в месте проведения экспедиции (практики, выезда).
4. Отвечает за вверенные ему приборы.
5. По окончании поездки оформляет данные измерений погодных условий в виде диаграмм, графиков, схем и т.п.

Метеонаблюдения ежедневно записываются на отдельном листке и вывешиваются для всеобщего ознакомления. В метеосводке должны быть указаны: дата и место проведения наблюдений, сведения об изменениях погоды в разное время суток, фамилии проводивших наблюдения (**приложение 1**). В случае отсутствия данных, по какой-либо причине, в соответствующей графе ставят прочерк.

**Помните:** Для проведения наблюдений необходимо заранее подготовить и установить приборы, и ознакомиться с инструкциями по их применению. Наблюдения следует проводить точно в указанные сроки и результаты записывать на месте, не откладывая.

**Незаписанное — не наблюдалось!**

## Измерения состояния погоды

При маршрутных работах приходится ограничиваться визуальными наблюдениями, то есть наблюдениями без приборов. На маршрутах обычно определяют температуру воздуха (приблизительно), направление и силу ветра, облачность, отмечают атмосферные явления (дождь, снег, туман и т.д.).

Стационарные наблюдения можно проводить с помощью простейших приборов: термометра-праща, максимального и минимального термометров, почвенных термометров Савинова, срочного напочвенного термометра, водного термометра, анемометра, барометра-анероида, гигрометра и психрометра, осадкомера и др. (приложение 2).

**Все приборы устанавливаются в специально отведённое место и должны быть защищены от попадания на них прямых солнечных лучей.**

В летний период основные наблюдения лучше проводить в 7, 13, 19, 1 час, в зимний период — в 8, 14, 19 часов. Во все эти сроки измеряют температуру и влажность воздуха, температуру почвы и воды (в тёплое время года), атмосферное давление, проводят наблюдения за ветром, облачностью. В 7 (зимой в 8) часов и в 19 часов измеряют осадки; зимой в 8 часов ведут измерения высоты снежного покрова. Кроме этих сроков, в промежутках между ними, **необходимо отмечать происшедшие изменения в погодных условиях** (записываются в графу «примечание»).

Под сроком наблюдения понимают десятиминутный интервал времени, заканчивающийся точно в указанный срок (например 6.50 — 7.00).

## Наблюдения над изменением температур

### Правила снятия показаний с термометров

Отсчёт показаний термометров производится с точностью (где это возможно) до 0,1°. В ртутных термометрах отсчитывается крайнее положение

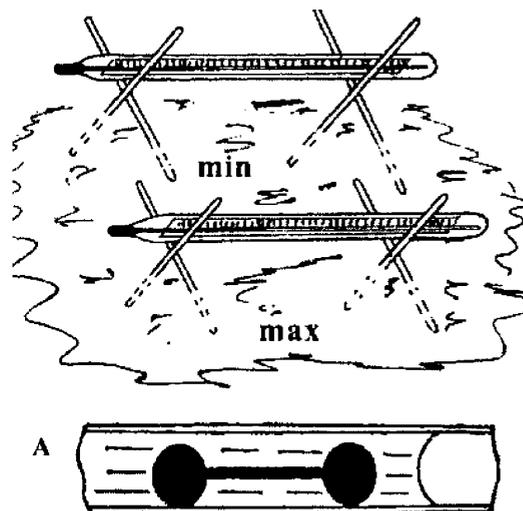
вершины мениска, а в спиртовых — положение низшей точки вогнутой поверхности мениска. Глаз наблюдателя должен находиться на одном уровне с концом столбика жидкости в капилляре. Вначале отсчитываются десятые доли, а затем уже целые градусы. Если показания термометра выходят за пределы шкалы, то записывается предельное показание по шкале, перед которым ставится знак > (больше) или < (меньше). Отсчёт нужно производить быстро, стараясь не дышать на термометр.

### Температура воздуха

Для измерения температуры воздуха пользуются термометром-пращом. **Термометр-пращ** — это ртутный палочный термометр с ценой деления шкалы 0,50. На верхнем конце термометра имеется шарик, к которому привязывают шнур. При измерениях температуры воздуха термометр-пращ вращают за шнур в горизонтальной плоскости на высоте вытянутой руки. Для того чтобы термометр принял температуру воздуха, его рекомендуется вращать 2–3 минуты. Затем шнур наматывают на указательный палец и быстро делают отсчёт. Для регистрации берут среднее из трёх замеров.

При отсутствии термометра-праща можно, в крайнем случае, заменить его обычным комнатным термометром, выдержав его в месте снятия показаний не менее 5 минут.

Для установления максимальной и минимальной температуры воздуха в течение суток используют **максимальный и минимальный термометры**. Эти термометры, при установке, должны находиться **в горизонтальном положении** (рис.1).



**Рис. 1.** Правила установки минимального (min) и максимального (max) термометров. (А — штифт-указатель на min термометре)

**Максимальный термометр**, ртутный, служит для измерения наивысшей температуры за время между срочными наблюдениями. Цена деления шкалы термометра  $0,5^\circ$ . В дно резервуара максимального термометра впаян стеклянный стержень, который верхним концом плотно входит в капилляр. В результате, в начале капилляра образуется сужение, препятствующее свободному передвижению ртути из капилляра в резервуар. Когда температура повышается, ртуть под действием теплового расширения проталкивается через сужение из резервуара в капилляр. При понижении температуры ртуть из капилляра обратно не проходит. Во время наблюдений термометр слегка поднимают за конец, удалённый от резервуара, и делают отсчёт. **После снятия показаний — максимальный термометр несколько раз встряхивают.**

Для измерения самой низкой температуры между сроками наблюдений служит спиртовой **минимальный термометр**. Цена деления шкалы этого термометра —  $0,5^\circ$ . Резервуар термометра цилиндрический. Капилляр на конце, противоположном резервуару, имеет расширение, в котором собирается спирт при возрастании температуры выше последнего деления шкалы. Здесь же скапливаются пары спирта. В капилляре, внутри спирта, помещён небольшой тонкий стеклянный штифтик (рис. 1) с тупыми концами. При вертикальном положении, резервуаром вверх, штифтик свободно перемещается внутри спирта до плёнки поверхностного натяжения. В горизонтальном положении он двигается в обратную сторону, к резервуару, под давлением этой плёнки, что происходит только при понижении температуры. Во время наблюдений, не трогая руками термометр, отсчитывают минимальную температуру по концу штифтика, обращённого кверху термометра. **После снятия показаний штифтик подводится к концу спиртового столбика.** Показания с минимального и максимального термометров снимают 1 раз в сутки: **с минимального — летом в 7.00, а зимой в 8.00; с максимального — летом и зимой в 19.00.**

При некоторых исследовательских работах, выполняемых в помещении (например, по изучению образа жизни пауков), требуется знать температуру воздуха в помещении, которую определяют обычным комнатным термометром. Несомненный интерес для окружающих представляет температура в помещениях зимой, которую выносят в отдельную графу метеосводки.

## Температура почвы

Температуру почвы устанавливают с использованием **термометров Савинова**, или термометра-щупа, который часто используется при маршрутных или микроклиматических исследованиях. Они служат для измерения температуры почвы на глубинах 5, 10, 15 и 20 см. Для установки почвенного термометра **Савинова** выкапывают узкую и неглубокую траншею в направлении с востока на запад. Землю вынимают пластами. Северную стенку траншеи делают отвесной. После того как траншея готова, в отвесную стенку на нужной глубине горизонтально вдавливают резервуар термометра (рис. 2). Затем траншею засыпают землёй, сохраняя последовательность вынутых пластов земли с постепенной трамбовкой. **Замеры температуры почвы с использованием термометров Савинова проводят только в тёплое время года.** При наступлении заморозков термометры убивают. Цена деления шкалы термометра Савинова —  $0,5^\circ$ .

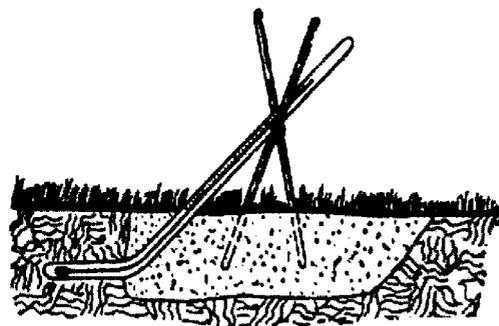


Рис. 2. Способ установки почвенного термометра

Для измерения температуры поверхности почвы применяют ртутный **напочвенный термометр** с ценой деления шкалы  $0,50$ . Этот термометр кладут горизонтально на открытой площадке так, чтобы его резервуар плотно прилегал к почве и наполовину был в неё погружён. Травяной покров в этом месте удаляется, а почва взрыхляется. При снятии показаний трогать термометр не нужно. При наличии снежного покрова этим термометром можно измерять температуру на поверхности снега.

## Температура воды

Для измерения температуры воды служит термометр, заключённый в специальную оправу (рис. 3). Оправа состоит из металлической трубки (1) и стаканчика (2), которые свинчиваются между собой. Трубка имеет прорезь для шкалы.

Поверх трубки надет металлический чехол, с помощью которого закрывают прорезь в трубке оправы и тем самым предохраняют термометр от механических повреждений. Металлический стаканчик имеет отверстия в верхней части, которые служат для наполнения его водой. При измерении температуры воды термометр погружают в воду на глубину 1 метр на шнуре и выдерживают около 5 минут. Затем его вынимают и, не выливая воды из стакана, быстро делают отсчёт. Цена деления шкалы этого термометра 0,20. В случае отсутствия специального водного термометра его можно заменить ртутным термометром, закреплённым внутри стеклянной банки, с привязанным к ней шнуром.

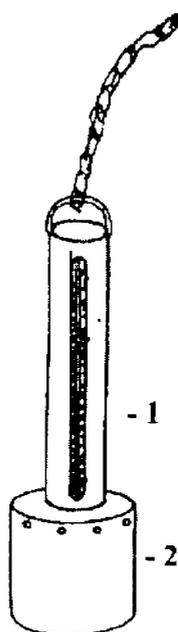


Рис. 3. Водный термометр в защитной оправе

### Наблюдение за изменением относительной влажности воздуха

Многие живые организмы очень чувствительны к содержанию в их среде обитания влаги. Влажность с температурой действуют всегда вместе, причём действие одного из этих факторов изменяется действием другого.

Относительная влажность воздуха измеряется с использованием **гигрометра и психрометра**. Основной частью **гигрометра** является обезжиренный волос, изменяющий свою длину в зависимости от относительной влажности. При уменьшении относительной влажности волос укорачивается, при увеличении удлиняется. В последнее время в качестве приёмной части используется животная плёнка, обладающая

гигроскопическими свойствами. Гигрометр — относительный прибор и его показания надо сверять с психрометром.

Относительная влажность точнее определяется при помощи **психрометра** Ассмана, состоящего из двух термометров — «сухого» и термометра с резервуаром, покрытым влажной материей («смоченного»). По разнице показаний термометров, пользуясь психрометрическими таблицами, определяют относительную влажность воздуха. Определение также ведётся по психрометрическому графику, в котором учитываются показания «сухого» и «смоченного» термометров. Показания «сухого» термометра дают температуру воздуха. «Смоченный» термометр показывает обычно более низкую температуру, вследствие того, что происходит испарение воды с влажной материи. Чем меньше влажность воздуха, тем сильнее испарение и тем больше будет разность показаний между термометрами.

Психрометр лучше устанавливать на высоте 1,5–2 м от поверхности земли. Во время снятия показаний с психрометра, материю покрывающую резервуар термометра, необходимо смочить водой. Стоять при снятии показаний следует так, чтобы движение воздуха (ветер) было направлено от прибора к наблюдателю. **Используют психрометр при температуре воздуха не ниже -100С.** При более низкой температуре используют гигрометр. Относительная влажность измеряется в %\*.

### Наблюдение над атмосферным давлением

Измерение атмосферного давления производится с помощью **барометра-анероида**. Его принцип действия основан на упругой деформации металлической анероидной коробки с почти полностью откаченным воздухом.

Коробка сплющивается давлением окружающего воздуха. Величина деформации передаётся на шкалу. Измерение ведётся в **миллиметрах ртутного столба**. Всегда перед снятием показаний с анероида для устранения силы трения в передаточном механизме следует слегка постучать пальцем по стеклу анероида, после чего сделать отсчёт положения конца стрелки с точностью до 0,1 миллиметра.

\* В настоящее время в продаже появились очень удобные цифровые метеоприборы, позволяющие одновременно измерять минимальную и максимальную температуры, а также влажность воздуха. Наличие в них выносного датчика позволяет даже определять одновременно с min и max температурами температуру почвы на одной из глубин, или температуру воды.

## Наблюдения над ветром

Ветер участвует в формировании метеорологических условий в приземном слое воздуха и оказывает большое влияние на растительность и связанные с ней животные организмы.

Наблюдения над ветром состоят в определении его направления и силы, а иногда и скорости. Направление ветра определяется по компасу и лёгкой ленточке, поднятой на высоту вытянутой руки. Можно использовать перо, свободно прикрепленное к стержню или любое другое флюгерное устройство. В течение 5 минут определяют наиболее часто повторяющееся направление. Записывают направление по 16 румбам: **С, ССВ, СВ, ВСВ, В, ВЮВ, ЮВ, ЮЮВ, Ю, ЮЮЗ, ЮЗ, ЗЮЗ, З, ЗСЗ, СЗ, ССЗ**. Для обозначения силы ветра пользуются тринадцатибалльной шкалой Бофорта. В соответствии с этой шкалой ветер имеет названия: *штиль, тихий, лёгкий, слабый, умеренный, свежий, сильный, крепкий, очень крепкий, шторм, сильный шторм, жестокий шторм, ураган (приложение 6)*.

При наличии **анемометра** (рис. 4) — прибора для определения скорости ветра, его поднимают на высоту вытянутой руки, чтобы его ось была вертикальной, а плоскость циферблата располагалась параллельно направлению ветра, и делают измерения. В начале измерений, при выключенном счётчике анемометра, записывают показания по трём стрелкам прибора (получается 4-значное число: тысячи и сотни на двух малых циферблатах, десятки и единицы на большом циферблате). (При положении малых стрелок между делениями следует брать меньшее деление.)

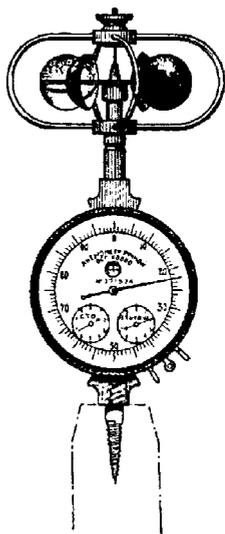


Рис. 4. Анемометр

Когда крылья анемометра придут в движение, включают счётчик (рычажок поднимают вверх). В течение 100 сек. прибор оставляют включённым. Затем прибор выключают (рычажок опускают вниз) и записывают показания. Разность показаний говорит о количестве оборотов анемометра за 100 сек. Эту разность делят на 100, определяя количество оборотов за 1 сек. Производят три замера и берут среднее из них. Используя сертификат прибора, в котором указывается перевод показаний счётчика данного анемометра в скорость ветра с точностью до 0,1 м/с, определяют скорость ветра в метрах в секунду.

## Определение облачности

Важным климатообразующим элементом среды, влияющим на интенсивность радиации, является облачность. Указание, какая часть небесного свода закрыта облаками, каков их характер, сколько часов или дней было закрыто солнце — значит **определить облачность**.

Определение покрытия небосвода облаками производится на глаз, по одиннадцатибалльной шкале. Необходимо оценить, сколько десятых долей небесного свода занято облаками, считая просветы между облаками, как небо, свободное от облаков. Балл «0» ставится при отсутствии облаков, а также в том случае, когда облаками покрыто менее 1/10 части небосвода. При покрытии облаками 1/10 части небосвода ставится 1 балл, 2/10 — 2 балла и т.д. При полном покрытии неба облаками либо если просветы между облаками составляют менее 1/10 части неба облачность оценивается в **10** баллов.

## Классификация облаков

Различают 3 яруса и 10 основных форм облаков. Верхний ярус (на высоте 5–13 километров): перистые, перисто-слоистые, перисто-кучевые; средний ярус (2–6 км): высококучевые, высоко-слоистые; нижний ярус (менее 2 км): слоистые, слоисто-кучевые, слоисто-дождевые, кучевые, кучево-дождевые.

### Облака верхнего яруса

**Перистые** облака. Белые, тонкие, волокнистые облака без теней, имеющие вид нитей, пучков, перьев, иногда загибающихся в виде когтей. Они часто располагаются в виде полос, идущих через всё небо и сходящихся у горизонта. Состоят из ледяных кристаллов.

**Перисто-кучевые** облака представляют собой мелкие полупрозрачные хлопья или барашки, образующие слои или параллельные гряды. Малоустойчивы и довольно быстро появляются, видоизменяются и исчезают. Состоят также из ледяных кристаллов.

**Перисто-слоистые** облака — тонкая беловатая пелена, которая не размывает контуров солнечного и лунного дисков. При наличии этих облаков вокруг луны и солнца часто образуются так называемые *гало*, большие светлые круги (преломление света в кристаллах льда, из которых состоят эти облака). Перисто-слоистые облака почти всегда наблюдаются одновременно с перистыми или после них, на тех же или несколько меньших высотах. Надвижение этих облаков служит признаком ухудшения погоды. Они часто бывают видны по окончании пасмурной и дождливой погоды.

## Облака среднего яруса

**Высококучевые** облака чаще всего белого цвета, иногда сероватые или синеватые в виде слоёв, волн и гряд, состоящих из хлопьев, пластинок. Сквозь них местами видно голубое небо. Реже эти облака сливаются в сплошной покров. Осадков высококучевые облака не дают. Иногда они переходят в высокослоистые или слоисто-кучевые.

**Высокослоистые** облака, как правило, закрывают всё небо серовато-синеватой однородной пеленой. Солнце и луна просвечивают сквозь них слабо, как через матовое стекло. Тени от предметов на земле нерезкие или исчезают вовсе. Летом очень редко высокослоистые облака дают слабый дождь, но зато зимой обложной снег выпадает чаще всего из этих облаков. Распадаясь, высокослоистые облака переходят в высококучевые.

Облака **слоисто-дождевые**. Тёмно-серый облачный покров, обычно закрывающий всё небо. Из этих облаков выпадает обложной дождь или снег. Нередко под слоем облаков образуются и быстро движутся разорванные тёмно-серые облака. Чаще всего слоисто-дождевые облака образуются из высокослоистых. Слоисто-дождевые облака могут распространяться в другие ярусы.

## Облака нижнего яруса

**Слоисто-кучевые** облака выглядят в виде серых или белых крупных гряд или волн, между которыми видны просветы голубого неба, или в

виде сплошного серого волнистого покрова, из-за которого не просвечивает ни солнце, ни луна. Из слоисто-кучевых облаков, как правило, осадки не выпадают. И лишь в отдельных случаях выпадает очень слабый снег или дождь. Если облака образуются при хорошей тихой погоде, то в этом случае их образование свидетельствует о большой влажности воздуха.

**Слоистые** облака. Облачный слой этих облаков, как правило, серый с достаточно однородным основанием. Чаще всего эти облака наблюдаются в холодную часть года. Обычно слоистые облака закрывают всё небо. Иногда они сливаются с наземным туманом. Солнце или луна сквозь них не просвечивают. Осадки из слоистых облаков выпадают только в виде мороси, а зимой в виде снежных зёрен.

**Кучевые и кучево-дождевые** облака. Эти облака образуются преимущественно в тёплый период года. Плотные облака в форме гор и башен. Вершины этих облаков могут достигать верхнего яруса. В хорошую погоду облака возникают утром, наибольшего развития они достигают в околополуденные часы, а к вечеру растекаются или переходят в слоисто-кучевые. Кучевые облака не образуют сплошного покрова, и обычно из них не выпадают осадки. Кучево-дождевые облака, в отличие от кучевых, сильно развиваются в высоту, имеют форму гор и башен, вершины которых сходны с перистыми облаками. Из кучево-дождевых облаков обычно выпадают ливневые кратковременные осадки: дождь, град. При этом часто наблюдается гроза.

## Оптические явления

С наличием в атмосфере влаги (в газообразном, твёрдом или жидком состоянии) связан целый ряд оптических явлений, обусловленный преломлением и рассеиванием света, и некоторыми другими процессами. Вот некоторые из них (о *гало* мы упоминали выше):

**Радуга** — вызывается преломлением солнечных лучей в каплях дождя и тумана, и образуется всегда со стороны, противоположной солнцу, при наличии самого дождя и участков чистого неба.

**Глория** — наблюдается иногда во время тумана. Наблюдатель видит свою тень, часто огромных размеров, окружённую цветными кольцами.

## Наблюдения над осадками

Важный фактор среды — осадки. Их наличие или отсутствие, а также влажность воздуха, которую они обуславливают, сказывается на

развитии растительности и связанных с ней животных.

Атмосферные осадки обычно разделяют на 2 группы:

1. Осадки, выпадающие из облаков: дождь, ливень, снег, град, крупа, морось и др.
2. Осадки, образующиеся на поверхности земли и на предметах в результате непосредственной конденсации или сублимации водяного пара из воздуха: роса, иней, изморозь, гололёд и т.д.

Характер осадков и другие атмосферные явления записывают в примечание метеосводки. Количество выпавших из облаков осадков можно определить с помощью **осадкомера**. Осадкомером может служить цилиндрическое ведро высотой 40 сантиметров и площадью дна 200 см<sup>2</sup>, установленное на высоте 1,5 метра от поверхности земли на открытом месте. Осадкомер должен быть удалён от окружающих предметов настолько, чтобы он не был заслонён при косом выпадении дождя, и в него не попадал бы снег с высоких предметов (деревьев, крыш). При установке осадкомера следует выбирать место, где скорость ветра уменьшена. При помощи измерительного стакана устанавливают количество выпавших осадков в **миллиметрах**. Измерительный стакан имеет 100 делений. Цена каждого деления равна 2 см<sup>3</sup>. При приёмной площади ведра 200 см<sup>2</sup> такая величина соответствует 0,1 мм высоты слоя осадков в ведре. Когда количество осадков превышает ёмкость стакана, измерения проводят несколько раз, а результат суммируется. При отсутствии измерительного стакана количество выпавших осадков можно измерять в миллилитрах (1 миллиметр высоты слоя осадков в осадкомере соответствует 20 миллилитрам осадков). Во время наблюдений ведро осадкомера снимают, закрывают его крышкой, а на его место ставят порожнее ведро. При наличии в ведре твёрдых осадков измерение производят после того, как они растают. Зимой снег из осадкомера растапливают (вносят в помещение) и помещают в измерительный стакан.

Высота снежного покрова определяется в сантиметрах с помощью **снегомерной рейки**, которую лучше устанавливать осенью. Для этого обычно выбирают два участка: открытый (поле) и защищённый (поляна в лесу или парке). Шкала отсчёта начинается от поверхности почвы. Рейка размечена на сантиметровые деления и отсчёт делается с точностью до 1 см. Можно пользоваться переносной снегомерной рейкой, снабжённой металлическим наконечником. Определение высоты снежного покрова при помо-

щи переносной рейки производится путём погружения её вертикально в снег. При этом следует быть уверенным, что рейка дошла до поверхности почвы. Важное свойство снега — его **плотность** (вес снега в граммах в 1 см<sup>3</sup> снежного покрова). Классификация форм снега приведена в **приложении 5**.

В осенне-весенний период, а также зимой при появлении проталин целесообразно определять **степень покрытия почвы снежным покровом**. Это делают ежедневно в утреннее время, определяя степень покрытия визуально по **10-балльной шкале**, считая покрытие снегом 1/10 части видимой территории равной одному баллу.

### Описание состояния погоды при проведении маршрутных исследований

Описание погоды на маршруте даётся полусимволической записью.

**Облачность.** Облачность измеряется по **11-балльной шкале**, по наличию облаков в видимой части небосвода:

**0 баллов** — облаков нет или облака составляют менее 10% видимого участка неба;

**5 баллов** — 50% неба закрыто облаками;

**10 баллов** — сплошная облачность или просветы между облаками не превышают 10%.

**Осадки.** Различают **дождь, кратковременный дождь, морось, ливень, град, снег, туман** (отсутствие записи означает, что осадков нет).

**Ветер.** Направление ветра определяется по компасу и указывается, с какой стороны он дует (**Ю, ЮЗ, СЗ** и т.д.).

**Ветер сильный** — верхушки деревьев раскачиваются и гнутся.

**Ветер умеренный** — деревья «шумят», но верхушки не раскачиваются.

**Ветер слабый** — деревья «шелестят» листьями (зимой — ветвями).

**Ветра нет** — тихо.

(Если ветер дует порывами, то к характеристике добавляют — **порывистый**). Для определения силы ветра можно также воспользоваться шкалой Бофорта (**приложение 6**).

**Температура воздуха.** Температура воздуха, при наличии термометра, указывается в **°С**; при отсутствии — приблизительно, относительно последнего измерения перед выходом на маршрут.

## Обобщение метеонаблюдений

В конце какого-либо периода наблюдений (например за период экспедиции, учебной практики, многодневного выезда, в конце месяца или т.п.) производится элементарная обработка собранных данных. Устанавливается самая высокая и самая низкая температура (воды, почвы, воздуха) за весь срок наблюдений. Указываются дни и часы, в которые эта температура наблюдалась. Рассчитывается средняя температура за весь срок наблюдений. Иногда целесообразно построить график изменения температуры по дням (и наблюдениям в течение дня) за всё время работы.

Устанавливаются даты и значения самого высокого и самого низкого атмосферного давления, максимальной и минимальной влажности. При необходимости строятся графики изменения давления и влажности (аналогично температуре).

Отмечают количество пасмурных (сплошная облачность) и ясных (без облаков) дней. В случае достаточно длинного срока наблюдений строят диаграмму процентного соотношения облачности, рассчитав отношение количества наблюдений с данной облачностью к общему количеству наблюдений за облачностью, выраженное в процентах (**приложение 7**). Можно построить график изменения облачности в течение дня и по дням.

Подсчитывают количество выпавших за всё время осадков и указывают даты их выпадения. Строят диаграмму количества выпавших осадков по дням (**приложение 8**). Зимой строят график изменения высоты снежного покрова по дням.

По аналогии с диаграммой облачности строят диаграмму распределения силы ветра или строят график изменения скорости ветра по данным анемометра. Вычерчивают «розу ветров». Для этого чертят основные и промежуточные направления горизонта и после установления условного отрезка, соответствующего одному наблюдению (например, 5 мм — одно наблюдение), на линиях направлений откладывают эти

размеры по количеству наблюдений каждого направления. Концы нанесённых отрезков соединяют, получается «роза ветров», по которой устанавливают преобладающие ветры.

Материалы элементарной обработки метеонаблюдений, так же как и метеосводки за каждый день, вывешиваются для ознакомления с ними участников практики. Можно попробовать на основании проведённых наблюдений, используя материалы, приведённые в **приложении 3**, составить прогноз погоды на ближайшие сутки.

## Литература

1. Волошина А.П., Евневич Т.В., Земцова А.И. Руководство к лабораторным занятиям по метеорологии и климатологии для всех специальностей 2 курса. М.: Изд. ЛИК МГУ, 1970.
2. Заварина М.В. Ветер. Л.: Гидрометеиздат, 1951.
3. Зворыкин Н.А. Как определить свежесть следа. М.: Изд. ВСЕКОХОТСОЮЗ, 1929.
4. Коротков Д.В., Харитонов Н.П. Руководство по проведению метеорологических наблюдений при натуралистических исследованиях. М.: Изд. МГДПиШ, 1992.
5. Нехлюдова А.С., Севастьянов В.И., Филоненко-Алексеева А.Л. Полевая практика по природоведению. М.: Просвещение, 1986.
6. Полевые практики по географическим дисциплинам: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по геогр. спец / Под ред. В.А. Исаченкова. М.: Просвещение, 1980.
7. Реймерс Н.Ф. Популярный биологический словарь. М.: Наука, 1991.
8. Симонов Я.П. Юному метеорологу. Л.: Гидрометеиздат. 1968.
9. Справочник путешественника и краеведа. /Под ред. С.В. Обручева. Т. 2. М. 1950.
10. Харитонов Н.П. Описание биотопов при маршрутных исследованиях. Методические рекомендации. М.: Изд. МГДТДиУ, 1998.
11. Харитонов Н.П. К методике проведения метеорологических наблюдений. Руководство для начинающих исследователей природы. М.: Изд. ЦСЮН, 2000.

**Метеосводка при наблюдениях в летний период**

Дата (число, месяц, год)					
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ	ОТСЧЁТ ПО ЧАСАМ				Примечание
	7-00	13-00	19-00	1-00	
ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА					
ТЕМПЕРАТУРА ПОЧВЫ (указать глубину)					
ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ (указать глубину)					
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА					
АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ					
НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА					
СИЛА ВЕТРА (или скорость)					
ОБЛАЧНОСТЬ					
ФОРМА ОБЛАКОВ					
МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА					
МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА					
ОСАДКИ					

Наблюдения проводили \_\_\_\_\_

## Метеосводка при наблюдениях в зимний период

Дата (число, месяц, год)				
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ	ОТСЧЁТ ПО ЧАСАМ			
	8-00	14-00	19-00	Примечание
ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА — на улице — в помещении				
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА				
АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ				
НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА				
СИЛА ВЕТРА (или скорость)				
ОБЛАЧНОСТЬ				
ФОРМА ОБЛАКОВ				
МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА				
МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА				
ОСАДКИ				
ВЫСОТА СНЕЖНОГО ПОКРОВА				

Наблюдения проводили \_\_\_\_\_

Приложение 2

## Оборудование, которым рекомендуется пользоваться при проведении метеонаблюдений

- Термометры: — комнатный термометр,  
— термометр-пращ,  
— максимальный термометр,  
— минимальный термометр,  
— почвенные термометры Савинова,  
— срочный напочвенный термометр,  
— водный термометр.
- Компас.
- Флюгер (в простейшем случае лёгкая ленточка, поднятая на высоту вытянутой руки).
- Ручной чашечный анемометр (анемометр Фусса).
- Барометр-анероид.
- Волосной гигрометр.
- Аспирационный психрометр (психрометр Ассмана).
- Осадкомер.
- Измерительный стакан к осадкомеру (или любая мерная колба или мерный стакан).
- Снегомерная рейка.

При отсутствии отдельных приборов барометра-анероида и гигрометра можно использовать баротермогигрометры БМ-2, БМ-7 или аналогичные.

### Признаки сохранения хорошей погоды в летний период

1. Давление воздуха в течение дня не изменяется или слабо растёт.
2. Относительная влажность воздуха днём уменьшается, а к вечеру увеличивается.
3. Направление движения ветра и облаков совпадают.
4. После восхода солнца ветер усиливается, днём достигает максимума, к вечеру стихает.
5. Утром появляются кучевые облака, их количество увеличивается к 15 часам, а к вечеру облака исчезают.
6. Температура воздуха повышается до 15 часов, а затем постепенно понижается до восхода солнца следующего дня.
7. Вечерняя заря жёлтая или жёлто-розовая, сумерки короткие, мерцание звёзд слабое. Ночью тихо, прохладно.
8. Ночью выпадает сильная роса, в низменных местах вечером и ночью собирается туман, исчезающий после восхода солнца.
9. Дым поднимается вверх.

### Признаки ухудшения погоды в летний период

1. В течение дня атмосферное давление колеблется или понижается.
2. Днём и ночью высокая относительная влажность воздуха.
3. Направление движения облаков не совпадает с направлением ветра.
4. К вечеру ветер не стихает, а усиливается.
5. Днём на ясном небе или выше кучевых облаков появляются перистые облака, переходящие в перисто-слоистые, затягивающие всё небо. В пелене перисто-слоистых облаков, вокруг солнца и луны появляется круг — гало.
6. Перисто-слоистые облака переходят в высоко-слоистые, а последние в слоисто-дождевые.
7. С утра душно. Вечером становится теплее, чем утром.
7. Вечерние и утренние зори красные, сумерки продолжительные.
8. Роса и туман отсутствуют.
9. Дым стелется по земле.

### Наблюдение за состоянием поверхности почвы

В тёплое время года наблюдения проводят на месте исследований и для сравнения на оголённом участке. Состояние поверхности почвы определяется визуально и характеризуется словесно или цифрами по 8-балльной шкале:

- 0 баллов — поверхность почвы сухая.
- 1 балл — поверхность почвы влажная (без луж).
- 2 балла — поверхность почвы мокрая (вода застаивается и образует лужи).
- 3 балла — поверхность почвы замерзшая.
- 4 балла — почва покрыта коркой льда, но без снега или тающего снега.
- 5 баллов — лёд, снег или тающий снег покрывают менее половины видимой поверхности земли.
- 7 баллов — лёд, снег или тающий снег, плотный снег покрывают всю видимую поверхность земли.

*«Снег бывает разный: влажный — воздушный и мокрый, тронутый оттепелью и замёрзший после оттепели или дожда в корку, и сыпучий, промёрзший, похожий на хинин, и перистый — нежный и кристаллический, осаживающийся инеем, и зернистый, как пшеничная мука или столовая соль, и выпадающий перед переменной погоды в виде крупки, и уплотнённый ветром и подтаявший от действия солнца, замерзший потом до степени наста и др., не считая промежуточных видов».*

Н.А. Зворыкин, из работы «Как определить свежесть следа».

### Краткая классификация форм, видов и разновидностей снега (по Г.К. Тушинскому)

1. Ледяные кристаллы — пластинки, столбики, иглы, звёздчатые и древовидные кристаллы.
2. Снежная крупа.
3. Иней, изморось.

#### Снежный покров

##### *Свежевыпавший сухой снег*

1. Пушистый — состоит из хорошо сохранившихся снежинок, выпавших при полном безветрии и температуре около нуля градусов по Цельсию. Образует рыхлую, похожую на пух толщу.
2. Игольчатый — состоит из тонких ледяных игл. Образуется при низких температурах (ниже минус пятнадцати).
3. Метелевый — возникает во время метелей и состоит из поломанных снежинок со следами окатки.

##### *Свежевыпавший мокрый снег*

Состоит из крупных влажных хлопьев, слипшихся снежинок. Образуется при температуре около 0°C.

##### *Уплотнённый снег*

1. Осевший сухой — уплотнён от действия собственного веса, сохраняет кристаллические формы, обычно рыхлый и рассыпчатый, сыпается с лопаты.
2. Осевший влажный — уплотнён от действия повышенной температуры, дождя или тёплого влажного ветра. Хорошо лепится в снежок.
3. Метелевый (ветровая доска) — образуется от действия сильного ветра (10-40 м/с). Состоит из плотно уложенных, окатанных и отсортированных ветром зёрен. Имеет мощность от 20 до 150 см, может разламываться на куски.

Приложение 6

### Шкала Бофорта для определения силы ветра

Баллы Бофорта	Метры в секунду	Характеристика ветра	Действие ветра
0	0–0,5	Штиль	Полное отсутствие ветра. Дым из труб Поднимается отвесно
1	0,6–1,7	Тихий	Дым из труб поднимается не совсем отвесно
2	1,8–3,3	Лёгкий	Движение воздуха ощущается лицом. Шелестят листья
3	3,4–5,2	Слабый	Колеблются листья и мелкие сучья. Развеваются лёгкие флаги
4	5,3–7,4	Умеренный	Колеблются мелкие ветви деревьев. Ветер поднимает пыль и клочки бумаги
5	7,5–9,8	Свежий	Колеблются большие сучья. На воде появляются волны
6	9,9–12,0	Сильный	Колеблются большие ветки. Гудят телефонные провода
7	12,5–15,2	Крепкий	Качаются небольшие стволы деревьев. На море поднимаются пенящиеся волны
8	15,3–18,2	Очень крепкий	Ломаются ветки деревьев. Трудно идти против ветра
9	18,3–21,5	Шторм	Небольшие разрушения. Срываются домовые трубы и черепица
10	21,6–25,1	Сильный шторм	Значительные разрушения. Деревья вырываются с корнем
11	25,2–29,0	Жестокий шторм	Большие разрушения
12	Более 29	Ураган	Приводит к опустошительным последствиям

### Обобщение наблюдений над облачностью

Для построения круговой диаграммы высчитывают число градусов, которое необходимо отложить на окружности для каждого значения облачности.

Приведём пример расчёта и построения диаграммы.

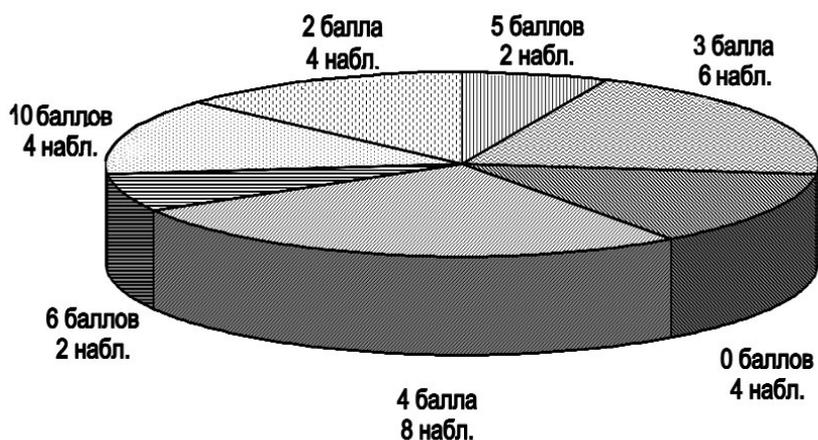
Общее число наблюдений было 30. Из них с облачностью 0 баллов — 4 наблюдения; с облачностью 2 балла — 4 наблюдения; 3 балла — 6 наблюдений; 4 балла — 8; 5 баллов — 2; 6 баллов — 2; 10 баллов — 4 наблюдения.

Вычисляем, сколько процентов приходится на долю наблюдений с данной облачностью:

$$\begin{array}{r} \text{для облачности 10 баллов —} \\ 30 — 100\% \\ 4 — x\% \end{array}$$

При построении диаграммы высчитывают число градусов для каждого значения облачности:

$$\begin{array}{r} 360^\circ — 30 наблюдений \\ x^\circ — 4 наблюдения \end{array}$$



### Обобщение наблюдений над количеством выпавших осадков

#### ДИАГРАММА ИЗМЕНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ВЫПАВШИХ ОСАДКОВ

Количество осадков (в мм)

