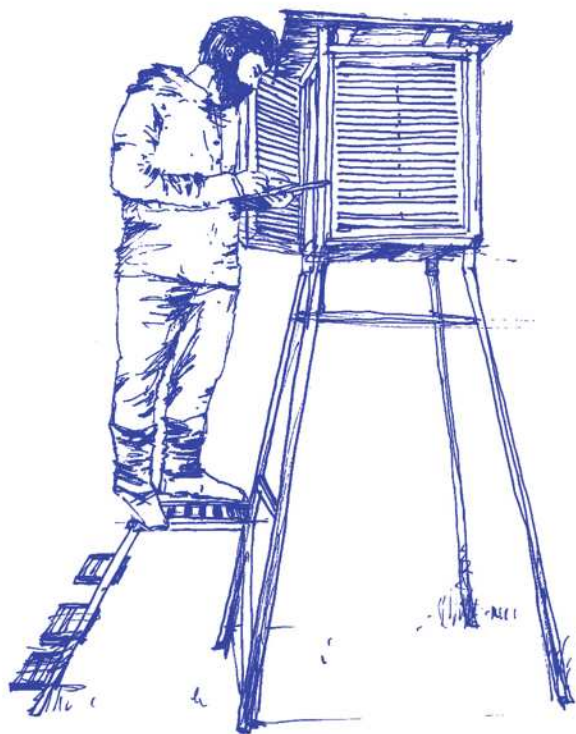


А.Ю. Иванов

ПОСОБИЕ ПО ОРГАНИЗАЦИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В ШКОЛЕ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ



А.Ю. Иванов

ПОСОБИЕ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В ШКОЛЕ

Книга для учителей и учащихся

Санкт-Петербург
ААНИИ
2023

Иванов А.Ю. Пособие по организации метеорологических наблюдений в школе: книга для учителей и учащихся. — Санкт-Петербург: ААНИИ, 2022. — 104 с.

Рецензенты: канд. геогр. наук, доцент кафедры климатологии и мониторинга окружающей среды Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета Т.Н. Осипова; канд. пед. наук, доцент кафедры естественнонаучного, математического образования и информатики ГБУ ДПО Санкт-Петербургской академии постдипломного педагогического образования (АППО) Т.С. Кузнецова

Популярным языком даются представления о метеорологии, метеорологических приборах, истории их создания, методические рекомендации по организации метеорологических наблюдений. Пособие будет интересно тем, кто захочет организовать наблюдения на пришкольном участке, при организации практических наблюдений, полевой практике, походах и уроках на природе.

Пособие может представлять интерес для учителей, учащихся школ, преподавателей системы дополнительного образования, молодых учёных, начинающих исследователей, туристов и тех, кто хочет глубже ознакомиться с метеорологией и готов выбрать эту науку в качестве своей специальности.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Введение	6
Метеорология — наука о погоде	11
Метеорологические наблюдения в Санкт-Петербурге	18
Метеорологические наблюдения, метеорологическая площадка и приборы	25
Объём, сроки и порядок метеорологических наблюдений	29
Наблюдение за температурой воздуха	30
Термометры	33
Измерение температуры поверхности почвы, снежного покрова и воды	37
Порядок снятия отсчётов по термометрам	39
Восприятие температуры человеком. Эффективная температура.	
Ветровой индекс охлаждения. Летальная температура	40
Наблюдения за давлением	44
Измерение характеристик ветра	49
Наблюдения за влажностью воздуха	56
Измерение атмосферных осадков	61
Наблюдения за продолжительностью солнечного сияния	67
Наблюдения за облачностью	68
Организация наблюдений в экспедиции или походе	73
Современные устройства для организации метеорологических наблюдений мобильных групп	76
Явления погоды, наблюдаемые без приборов	77
Животные и растения как индикаторы погоды	82
Приметы погоды	84
Пословицы и поговорки о погоде	95
Загадки	96
Заключение	98
Словарь терминов	99
Список литературы	103

ПРЕДИСЛОВИЕ

Глобальные изменения климата, которые эхом отражаются в состоянии атмосферы каждого дня, вносят сумятицу в наши будни и смятение в души: ждать дождя при совершенно ясном небе или нет. Еще в середине XIX в. директором Главной физической обсерватории Генрихом Ивановичем Купфером была сформулирована роль метеорологии: «Наука метеорология имеет чрезвычайно обширное поле для исследования, она рассматривает всю земную атмосферу, которая со всех сторон прикасается к поверхности Земли и которая оказывает огромное влияние на все элементы человеческой жизни».

Метеорология давно вошла в наши дома термометром за окном, нолевой линейкой и интернет-ресурсами. Сегодня практически в каждый современный гаджет эта информация «зашиита» по умолчанию, как любое другое программное обеспечение. Степень доверия метеопрогнозам этих ресурсов зависит от компетентности владельца. Поэтому так важно формирование базовых понятий, основы которых, кстати, заложены в курсе географии средней школы. Помочь в этом может предлагаемое читателю *Пособие по организации метеорологических наблюдений*, которое представляет собой весьма необходимый продукт как для учителей, так и для учащихся средних школ, а также для всех интересующихся метеорологией.

В пособии последовательно излагаются общие вопросы метеорологии, методики организации и проведения наблюдений за основными метеорологическими элементами и атмосферными явлениями, правила работы с метеорологическими приборами, история их создания. Необходимо отметить, что представленные методики наблюдений соответствуют методикам, принятым на сети Росгидромета. Наряду с общими правилами наблюдений автор предлагает приемы организации наблюдений в походных условиях, что повышает практическую значимость пособия.

Пособие имеет четкую структуру и выверенную логику построения. Более того, каждый раздел можно рассматривать как самостоятельную дидактическую единицу, поскольку каждый раздел включает теоретическую, практическую и контрольную составляющие. В пособии представлены примеры расчетов, позволяющие учащимся получить навыки практического использования полученных знаний. Текст пособия сопровождается исчерпывающим табличным материалом, большим количеством рисунков

и фотографий. Наличие словаря терминов позволяет значительно ускорить и облегчить систематизацию получаемых знаний.

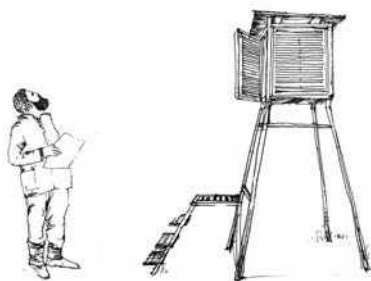
Книга написана очень живым и доступным языком, и усвоение представленного в ней материала не представляет каких-либо трудностей для школьников любого возраста, несмотря на то что в работе автор сверялся с главной книгой практикующего метеоролога — *Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам*. Чтение пособия доставляет истинное удовольствие, а освоение его методических разделов позволяет учащимся самостоятельно организовать любительские метеорологические наблюдения различного уровня. Исторические ремарки, приметы погоды, пословицы и загадки заслуживают отдельного внимания, поскольку скрупулёзно подобраны из самых разных источников.

Богатый экспедиционный опыт автора позволил иллюстрировать материал эмоционально окрашенными примерами. Сочетание в тексте интересных исторических фактов и цитат из художественной литературы даже непростой материал превращают в доступный и легко воспринимаемый. Автор, будучи профессиональным географом, в каждой своей экспедиции — будь то в Арктику или Антарктиду — организовывал метеорологические наблюдения, оттачивая знания и обретая опыт полевых метеорологических исследований. Поэтому всё написанное проверено автором на практике.

Удачного вам прочтения!

Т.Н. Осипова,
доцент кафедры климатологии и мониторинга окружающей среды
Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета

Ю.Н. Курочкин,
старший преподаватель кафедры физической географии
и ландшафтного планирования
Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета



ВВЕДЕНИЕ

*В тот год осенняя погода
Стояла долго на дворе,
Зимы ждала, ждала природа.
Снег выпал только в январе...
А.С. Пушкин, «Евгений Онегин»*

Начало ХХI века ознаменовалось серией сильнейших метеорологических катастроф, к которым вполне можно отнести ураганы последних лет, обрушившихся на побережье Северной Америки, наводнения в Европе, засухи в Африке.

Мы живём в странное время: чем больше мы знаем о процессах, происходящих на нашей планете, тем сложнее нам объяснить некоторые события, на ней происходящие.

Действительно, нет в природе ничего более изменчивого, чем погода!

Вспоминаю начало зимы 2006-07 г., которое встретило нас удивительным теплом. В Подмоскowie и парках Санкт-Петербурга распускались цветы, в лесах Ленинградской области в середине декабря можно было собирать лисички и опять, в Краснодарском крае в январе на деревьях набухли почки. Метеорологи даже прогнозы боялись давать, а в ответ на вопрос: «Будет ли зима?», лишь пожимали плечами. Все заговорили о глобальном потеплении, а мои друзья звонили и спрашивали: «Нужно ли продавать лыжи и коньки?». А вот зимы 2009-10 и 2010-11 гг., напротив, в Санкт-Петербурге выдались холодными и многоснежными. При этом лето в Арктике было настолько жарким, что начала таять многолетняя мерзлота. Я в те годы работал в нижнем течении реки Яны и подобного лета не вспомню. За сезон мы дважды перемещали наши дома подальше от края берега. В 2020 г. зимы как таковой вообще не было, а осень была настолько тёплой и продолжительной, что до января зимняя одежда не доставалась из гардероба. В своём интервью газете «Комсомольская правда» главный синоптик Санкт-Петербурга Александр Колесов, оценивая погодные события той зимы, отметил, что за всю историю метеонаблюдений в городе — а это более 290 лет — ещё ни разу не было зафиксировано полного отсутствия снега в январе. Также «порадовали» синоптиков температурные рекорды: средняя температура первой половины января 2020 г. составила плюс 2 °С.

Так ли странны эти тёплые зимы? И Европа, и территория нашей страны уже переживали подобные сюрпризы погоды. Так, в русских летописях упоминается, что зима 1145 г. в Новгороде была практически без снега: «А на зиму не бысть снега велика, ни ясна дни и до марта» (здесь и далее цитаты из монографии *Е.П. Борисенкова, В.М. Пасецкого* Тысячелетняя летопись необычных явлений природы, 1988).

Мягкие зимы с частыми оттепелями случались в 1174 г.: «...непогоде есть зиме едучи не идяжу», в 1186 г. в январе в Западной Европе цвели деревья, в 1303 г. в Новгородской и Псковских землях: «...зима тепла, не бысть снега через всю зиму». В Москве зимой 1404 г. снег так и не выпал: «...зима же сия незнаема была, гола без снегу», а в 1424 г. в Литве в январе и феврале зацвели фиалки. Бесснежной была зима и в 1453 г.: «...гола бысть вельми зима». В 1595 г. случилась очень мягкая зима без заморозков и снега: «...ни зима, ни лето, ни осень, ни весна, аж до месяца мая... снегу не было», а в 1617 г. в Прибалтике в январе цвели вишни. Тёплой была и зима 1912 г. в Крыму, когда в декабре распустились почки.

Наряду с тёплыми бесснежными зимами бывали зимы холодные и бесснежные. Именно такой была в Москве зима в 1476-77 г.: «...сия же осень суха и студёна, река стала 12 ноября, ...а оттоле морозов великих николико, а снегу не бывало. Генваря 9 (9 января. — *Прим. авт.*) с четверга на пяток снег пошёл и на завтра, а не много же, а на пядь¹ не бывало и во всю зиму».

Наряду с необычайно тёплыми зимами случались и очень суровые. Так, в 1232 г. Босфор (41°10' с.ш.) замерзал настолько, что в 1234 г. по льду ездили в Венецию (45°31' с.ш.). Зимой 1323-24 и 1400-01 гг. замерзали Балтийское и Адриатическое моря: «...так студёно было, что моря замерзали», а зимой 1424 г. из Любека (10°41' в.д.) по льду ездили в Данциг (18°40' в.д.). 1420 год ознаменовался ранним снегом и морозами, побившими урожай. 15 сентября (!) ударили первые морозы и пошёл снег, покрыв землю слоем в «4 пяди». В холодную зиму 1658 г. снова замёрзло Балтийское море,

Англия утопала в снегу, в феврале снег выпал даже в Риме. Зима следующего года была чрезвычайно холодна — настолько, что замёрз Бельт², а зимой 1709 г. на Адриатике вблизи Венеции можно было кататься на коньках. В тот же год замёрзла Темза и все реки Дании, а в Голландии на реке Маас, где толщина льда достигала 1,5 м, катались на коньках. В Испании замёрзла река Эбро (41—42° с.ш.). Зимой 1755-76 г. замёрзли не только каналы в Венеции, но и бухта Золотой Рог и Женевское озеро, а зимой 1821 и 1914 гг. в январе



¹ Пядь — старинная русская мера длины, равная расстоянию между раздвинутыми большим и указательным пальцами (17—18 см).

² Бельт — один из проливов, соединяющих Балтийское море с проливом Каттегат. Шириной около 120 км, наименьшая ширина 11 км, наименьшая глубина 11,3 м.

замерзала Сена. В то время как в России стояла в конце ноября 1904 г. тёплая погода, Англию засыпало снегом, и морозы доходили до 14,5 °С.

В Санкт-Петербурге в 1711 г. 26 октября стала Нева, и люди стали переходить ее по льду, но спустя две недели наступила оттепель и по реке прошёл лёд. В 1765 г. в ноябре средняя (!) температура составила –10 °С, а январь 1882 г. «был так тёпел, как обыкновенно бывает в Средней Германии и северной части Крыма».

Для России холодные зимы не редкость, но также не редкость и неожиданные оттепели среди зимы, и ветры ураганные, и гололёды знатные. Вот, что говорят скупые строки летописей: «...зима была студёна, а сено дорого» (Московия, 1443 г.), «...зима лютая и метелицы беспрестанные с морозом» (Смоленская земля, 1443 г.), «...и побил (мороз) всякое обилие житное» (Псковская земля, 1435 г.), «...зима была студёна добре, двадцать морозов было по ряду страшных великих без ветра... И птицы мёрли, и оттепель не бывала нимала до марта месяца» (Русский Север, 1493-94 г.).

Детская память автора прочно запечатлела картинку: в Ленинграде наступала зима, и мы, дети, нахлобучив шапки-ушанки и надев валенки — да-да, ленинградские дети середины шестидесятых носили валенки, бежали в школу. И всю зиму катались на коньках, ходили на лыжах, а оттепелей было так мало, что они как-то не отложились в памяти.

Вот как вспоминает зимы своего детства и юности Лев Успенский (*Л.В. Успенский, 1970*) в своих «Записках старого петербуржца»: «Уже давно — по моему счёту, примерно с 1929 года — мы позабыли о былых «жестоких зимах» Петербурга: они стали намного мягче, чем были тогда — в десятилетия моего детства, отрочества и юности... В десятых годах питерская зима начиналась в ноябре, тянулась до марта, бывала ровной, крепкой, пробирающей до костей. И температуру мы мерили тогда не медицинским «Цельсием», как сейчас, а суровым, «уличным» «Реомюром». Если ртуть падала до 25 градусов, на пожарных каланчах поднимались на высокие железные развилки круглые кожаные «шары», и это означало, что «дети, в школу собирайтесь» отменяется впредь до... И неудивительно: ведь, чтобы получить из этой цифры наши теперешние градусы, надлежало 25 разделить на 5 и частное умножить на 6. Получится 30 градусов, — уж какая тут «школа»!

На всех уличных перекрёстках загорались костры: кое-где — по полной простоте, так сказать, — дикие, бивачного лесного типа; в большинстве же своём — в специальных железных круглых цилиндрических жаровнях на ножках. Стояла на мостовой такая железная, закоптелая и пережжённая, корзина, и вокруг неё с раннего утра (да нередко и всю ночь) темнела небольшая «толпучка»: городской в башлыке, с заиндевевшими усами и бровями, простирающий над огнём длани, «как жрец взыскующий»; дворники, оставившие в сторонке снежные лопаты и мётлы; газетчик с ближнего угла. Его занесённые лёгким сухим снежком «Пинкертоны» и «Газеты-Копей-

ки», притиснутые, чтобы их не раздул ветер, кирпичами и железками, пестрели на каменной ступеньке у входа в ещё не открытый с ночи магазин или в угловую табачную лавочку... Отплясывал декабрьское «холодно, братцы, холодно!» извозчик в тулупе — лошадёнка его, понурясь, дремала у ближнего фонаря; колотился посиневший нищий (а может быть, не нищий, а золоторотец из «Вяземской лавры», с каким не приведи господь встретиться в тёмном переулке в другую ночь); около полуночи могла подбежать погреться и какая-нибудь местная Сонечка Мармеладова... Жарко пылали берёзовые дровишки — «швырок», угли шипели на снегу, под жаровней темнела протаявшая за много дней ямка... Отколе дровишки? По городу непрерывным потоком двигались ломовики с дровяных складов. Им тоже было не жарко; они всё понимали. И каждый ломовик, проезжая мимо такого костра, сбрасывал на общую пользу одно-два звонких, насквозь промёрзших, с лупящейся берестой полешка; тем более — городской стоит! Да и сам «ломовой» соскакивал на три минутки поплясать у костра, потопать валенками, поколотить над огнём друг о друга обшитые грубым холстом или кожей варежки... Словом, вот как было прохладно: Заинька под ёлочкой попрыгивает, лапочкой о лапочку постукивает: экие морозцы, прости господи, стоят; лапочки от холоду совсем свело... Зимно было в тогдашнем Питере: стужи были не нынешние! Да и вид улиц был не нынешний. Снег, теперь, под чистую, не убирался даже и на Невском. Его и нельзя было убирать: движение-то повсюду было санное, на полозьях; лихачи летели, «бразды пушистые взрывая»... В глубоком снегу, в тяжком инее стояли скверы и сады; Исаакий «в облаченье из литого серебра» сурово, месяцами, смотрел на заваленный снегом город, на белые поля Невы и Невок... Но и Нева жила тогда, в те месяцы, своей совсем не похожей на нынешнюю, зимней жизнью. Тут и там (и почти везде) на широком речном просторе, на льду, достигавшем арктической, чуть ли не метровой, толщины, чернели очерченные прямыми линиями, огороженные верёвочными оградами квадратные и прямоугольные проруби. Целыми днями мужики с пешнями высекали из речного льда огромные, метра полтора длиной, сантиметров семьдесят — аршин! — в толщину, аквамариново-зелёные, удивительно нежного тона, как бы лучащиеся изнутри, ледяные призмы. Подъезжали, пятясь, обмёрзшие дровни; их задние копылы уходили под лёд, на санки баграми втаскивалась такая прозрачная драгоценность, лошадёнка выволакивала сани прочь из воды, ледяной параллелепипед сбрасывали на снег и устанавливали рядом с десятком других таких же, солдатиками торчащих над полыньей, глыб. Новые и новые призмы извлекали из воды; за уже обсохшим непрерывным потоком подъезжали из города новые и новые извозчики... Ведь никаких холодильников нигде; ни признака «хладокомбинатов», вся торговля держалась на ледниках, на невском



голубоватом льду. Светло-прозрачные призмы соскальзывали с саней; они падали порою на уличный снег и — поднять такую один возчик не мог! — лежали или стояли там уже до весны, постепенно обтаивая, как увеличенные копии уральских камней из ювелирного магазина Денисова на Морской».

Так что же такое погода, которая преподносит нам столько сюрпризов, а порой и диктует свои условия? Как называется наука, которая её изучает? Как и кто фиксирует все её изменения? Как организовать наблюдения за погодой?

Ответы на эти и другие вопросы вы найдёте в этой книге.

Кроме того, книга может послужить хорошим пособием при организации метеорологических наблюдений на школьной метеорологической площадке, в путешествии или на экскурсии на природу.

МЕТЕОРОЛОГИЯ — НАУКА О ПОГОДЕ

*Наука лёгких метеоров
Премени неба предвещай
И бурный шум воздушных споров
Чрез верны знаки предъявляй...*
М.В. Ломоносов

Каждое утро мы по привычке выглядываем за окно, где у нас к оконной раме прикреплён обычный бытовой термометр. Определив температуру за окном, оценив, есть ли осадки, мы порой довольствуемся полученной информацией. Холодно — одеваемся теплее, жарко — вон всё лишнее, дождь — зонт в руки. Этой простой оценки погоды большинству населения вполне хватает, и для многих из нас она так и остаётся, хорошей или плохой.

В своих определениях погоды мы более подкованы, нежели жившие в прежние века. Красиво оформленные барометры и термометры, которые в начале XVIII века называли «стекло», устанавливались в кабинетах на видном месте и являлись гордостью владельца — это говорило о достатке. Через какое-то время термометры стали устанавливать за окно (как и мы сейчас), дабы узнать «стужу» на дворе. Любопытно, что домашние метеорологические наблюдения вёл отец А.П. Чехова, Павел Егорович. В «Очерках по истории гидрометеорологической службы в России» (2009) я не без удовольствия прочитал об этих наблюдениях. А каков слог! Однажды Павел Егорович записал: «Градусов нет, окно замёрзло». Невольно вспомнится моя зимовка на антарктической станции Прогресс в 1999 г. Разыскиваю своего напарника, гидролога Сергея Спирина, который по совместительству вместе со мной выполнял метеорологические наблюдения. Спрашиваю первого попавшегося человека — Сергея не видел? В ответ раздаётся поистине чеховское: «Да он воздух ветра где-то меряет» ...

Более подробную информацию о погоде мы получаем из сводок по радио, телевидению или на соответствующих сайтах всемирной паутины. Какую же дополнительную информацию мы можем получить? Мы можем узнать, каковы давление, влажность воздуха, скорость и направление ветра, какая нас ожидает погода в течение дня. Кроме этого, нам расскажут, будет ли туман, гололёд или изморозь, усилятся ли ветер до штормового.



Таким образом, мы все каждое утро становимся на некоторое время метеорологами — людьми, которые помогают нам оценить погоду сейчас или спрогнозировать её на более длительный период времени.

Так что же такое погода и метеорология?

Погода — это состояние атмосферы в данный момент или отрезок времени, характеризующееся совокупностью значений метеорологических величин (метеорологических элементов) и явлений (Хромов, Мамонтова. Метеорологический словарь, 1974).

Под метеорологическими величинами понимают те элементы погоды, которые можно измерить, — это температура и влажность воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра, дальность видимости, количество, форма и высота облаков, количество и вид выпадающих осадков, высота и состояние снежного покрова, продолжительность солнечного сияния. Метеорологические величины измеряются различными приборами и выражаются в тех или иных единицах измерения.

Погода в разных частях пусть даже небольшого города может существенно различаться, поэтому можно говорить только о погоде, наблюдаемой в данный момент времени и в определённом месте. Постоянные наблюдения за погодой позволяют говорить о погоде, наблюдавшейся в какой-то момент в прошлом, о погоде в какой-то конкретный день, месяц или сезон и т. д.

Погоду можно характеризовать как с помощью обобщающих терминов (облачная, дождливая, тёплая, сухая, жаркая, холодная, ветреная, сырая), так и всей совокупностью значений метеорологических величин — именно их мы слышим при прогнозе погоды на следующий день. Например, прогноз может звучать так: «Завтра нас ожидает ясная солнечная погода. Воздух прогреется до пятнадцати градусов, ветер южный, два-три метра в секунду, относительная влажность воздуха — шестьдесят процентов, на юге области лёгкая облачность. Осадков не ожидается». Всегда бы так!

В отличие от метеорологических величин метеорологические (атмосферные) явления — туман, гололёд, метель, пыльные и песчаные бури, грозы — инструментально измерить невозможно. Попробуйте измерить радугу или изморозь! Это качественные характеристики происходящих в атмосфере процессов. Их интенсивность определяют с помощью терминов «слабый», «умеренный», «сильный», «мощный».

Особая группа метеорологических явлений, представляющих опасность, так и называется: опасные метеорологические явления (ОЯ) или неблагоприятные гидрометеорологические явления (НГЯ). В этот разряд может попасть любое атмосферное явление, если оно становится настолько интенсивным, что начинает представлять угрозу не только населению, но и хозяйству отдельных районов или даже регионов. Так, исключительно сильные и продолжительные осадки — дожди, ливни, снегопады — способны не только причинить серьёзный ущерб экономике, но и попросту парализовать движение транспорта. Гололёд и гололедица, изморозь на проводах и деревьях, метели

с заносами, туманы, сильные ураганные ветры, штормы и смерчи, суховеи, резкие ранние или поздние заморозки способны нарушить работу наземного и воздушного транспорта полностью и на длительное время.

Для каждой местности характерно одно или даже несколько повторяющихся с той или иной периодичностью опасных явлений. Например, на Новороссийск, город на черноморском побережье Кавказа, расположенный в благополучном в климатическом отношении регионе нашей страны, почти ежегодно обрушивается сильнейший ветер, который называется новороссийская бора. Бора, начавшаяся в канун нового 1812 г., получившая в народе название «французской», продолжалась 20 дней. Температура воздуха понизилась до редких для черноморского побережья значений — минус 10—12 °С.

Вот как описывает это явление замечательный русский писатель К.Г. Паустовский: «Впервые наши моряки узнали, что такое черноморская бора, в 1848 году. Это было через десять лет после основания на берегу Цемесской бухты, у подножия тёмных и безлесных гор, Новороссийского укрепления. В августе этого года бора разметала в Новороссийске эскадру адмирала Юрьева и потопила несколько кораблей. Окрестности Новороссийска отличаются жалкой растительностью. Бора калечит и убивает всё. Выживает только сухая трава и кусты колючего держидерева.

Бора дует при ясном небе. Зимой она всегда сопровождается крепким морозом. Корабли превращаются в глыбы льда. Лёд, срываясь со снастей, калечит и убивает матросов. Он закупоривает наглухо двери домов. Он забивает печные трубы. Во время боры жители города страдают от жестокого холода. Человек, застигнутый борой на улице, катится по ветру, пока не задержится у какого-нибудь препятствия. Один из моряков эскадры Юрьева писал о боре: «Матросы, обрубая лёд, сменялись беспрерывно, язвимые в лицо морозной водяной пылью. Платье на них леденело. Тело ныло от боли. На корабле из-за оглушительного свиста ветра и треска снастей не было никакой возможности отдавать приказания. Мы не слышали даже пушечных выстрелов с соседних судов, моливших о помощи. Залив покрылся мрачною мглою. Сквозь неё никакое зрение не могло разобрать предметов даже в нескольких саженьях. Иногда только в зените был виден клочок чистого неба. Ночью от густоты воздуха и невыразимой быстроты его течения звёзды как бы дергались в небе. Двое суток мы находились в авральной работе. Мы сбивали лёд ломami, раскалённым железом, обливали его кипятком. Тонкие снасти превращались в ледяные брёвна. Когда ураган достиг наивысшего напряжения, мы обрубили рей, утлегарь и весь такелаж на мачтах, но это нисколько не помогло. Хотели выбросить за борт пушки, но и это сделать было невозможно, — пушки вместе со станками приросли к палубам, составляя глыбы льда. Волны свободно ходили через корабль».



Наша страна — самая большая по площади и протяжённости, и на её территории наблюдаются почти все опасные метеорологические явления. Санкт-Петербург часто оказывается во власти атлантических циклонов, средняя полоса России — ветров ураганной силы, юг страны заливают дождями, Сибирь борется со снегопадами, метелями и морозами. Российский Дальний Восток, находящийся под влиянием Тихого океана, время от времени оказывается во власти ураганов с мощными снегопадами, которые на продолжительное время способны отрезать от материка остров Сахалин и причинить немало бед.

По данным Росгидромета самыми частыми и опасными метеорологическими явлениями признаны шквалистые ветры. С этим явлением связано 27 % чрезвычайных ситуаций. Они же и причиняют самый большой ущерб, так как развиваются очень быстро и неожиданно. В Москве начиная с 2008 г. сильные ветры стали отмечаться ежегодно, а в 2010, 2012 и в последующие годы — по несколько раз за лето. Скорости ветра, соответствующие критерию «опасных», отмечаются чаще в Северо-Кавказском регионе, Читинской области, Алтайском крае, Кемеровской области. Более 70 % подобных явлений приходится на тёплый период (апрель — октябрь) года (<https://ria.ru/20200924/pogoda-1577702899.html>).

Второе печальное место в рейтинге опасных явления (ОЯ) принадлежит осадкам: количество сильных ливней за последнее время возросло на 40 %. Кроме этого, на большей части территории России во все сезоны происходит увеличение количества дней с аномально высокими температурами. Автору памятно лето 2021 г., когда в географическом центре Финского залива, в районе главного фарватера, температура воды составляла 27 °С.

Ну, а что же такое *климат*? Разве это не то же самое, что *погода*?

Эти понятия, хоть и родственные, но разные. Под климатом понимается многолетний режим погоды, то есть усреднённая статистическая совокупность всех условий погоды, когда-либо наблюдавшихся в данной местности за весь ряд данных метеорологических наблюдений.

Слово «климат», по-видимому, происходит от одного из двух или от обоих близких по звучанию греческих слов «оклинейн» и «клима», означающих «наклонять» и «район» или «зона». Ещё древние греки считали, что климат определяется широтой места, то есть углом, под которым солнечные лучи падают на земную поверхность в данном месте — отсюда и возник этот термин. Другие учёные, считали, что тот или иной климат присущ только определённому месту (области, району). Современные же учёные рассматривают климат как статистический режим атмосферных условий, характерный для каждого конкретного места Земли в силу его географического положения. Климат в отличие от погоды обладает устойчивостью и является важнейшей физико-географической характеристикой местности.



Все перечисленные выше изменения в атмосфере изучает метеорология. Метеорологический словарь (Хромов, Мамонтова, 1974) даёт определение метеорологии как науки о строении атмосферы, её свойствах и протекающих в ней физических процессах.

Своё название эта наука получила от греческого слова «meteora», означающего «нечто в небе». Таким образом, это наука об атмосферных явлениях — метеорах (обратите внимание — не метеоритах!). Метеорология изучает гидрометеоры (дождь, снег, град), воздушные метеоры (ветер, пыльные бури), литометеоры (пыль, пыльца растений), светящиеся метеоры (радуги, миражи), огненные метеоры (молнии) и т. д.

Метеорологию называют также наукой о погоде. Такое более простое толкование этой науки достаточно точно отражает её содержание и в настоящее время наиболее употребительно.

Как мы уже говорили, погода — это состояние атмосферы в данный момент времени, поэтому давайте выясним, что же такое атмосфера как предмет изучения метеорологии.

Под земной атмосферой подразумевается воздушная оболочка нашей планеты. Земная атмосфера представляет собой смесь газов. Основными атмосферными газами являются азот (N_2) и кислород (O_2), которых в атмосфере содержится 78,08 и 20,95 % соответственно. Кроме этого, в атмосфере присутствуют так называемые малые атмосферные газы: аргон Ar (0,93 %), углекислый газ CO_2 (0,04 %), неон Ne (0,002 %), криптон Kr (0,0001 %), метан CH_4 (0,0002 %), гелий He (0,00005 %), ксенон Xe (0,000009%), озон O_3 (0,000001 %), а также такие примеси, как водяной пар и пыль.

С высотой состав атмосферного воздуха изменяется мало. Однако, начиная с высоты около 100 км, наряду с молекулярными кислородом и азотом появляются и атомарные. Выше 300 км преобладает атомарный кислород.

Основная масса воздуха сосредоточена в нижней части атмосферы — тропосфере: в нижнем слое толщиной 5 км — примерно половина, 9/10 — в слое толщиной 20 км и 99,5 % всей атмосферы — в слое толщиной 80 км. Атмосфера с высотой переходит в межпланетное пространство. Чёткой верхней границы атмосферы не существует.

Атмосфера, словно пирог, состоит из нескольких слоёв (рис. 1). Это условное деление на слои производится в соответствии с изменением температуры с высотой. Название нижнего слоя, тропосферы, происходит от греческого слова «тропос», которое означает «вращаться», «перемешиваться». Мощность тропосферы зависит от географической широты и времени года. В умеренных широтах тропосфера простирается до высоты 9—12 км, на полюсах — до высоты 8—10 км, а в экваториальной области — до высоты 18 км. В тропосфере температура закономерно понижается с высотой от 18 °С до минус 50—55 °С. Тропосфера полностью оправдывает своё



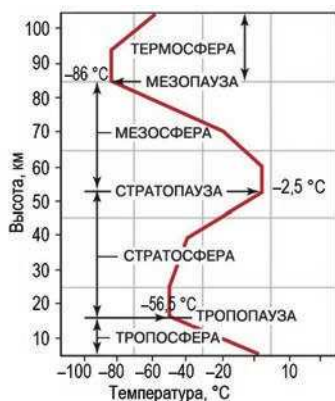


Рис. 1. Строение атмосферы (по Астапенко, 1986).

название: именно здесь образуются облака и гигантские атмосферные вихри, выпадают осадки и сверкают молнии. Именно в тропосфере сосредоточена основная масса кислорода и водяного пара.

Выше тропосферы до высоты 50—55 км располагается стратосфера. В стратосфере температура воздуха, вместо того чтобы продолжать понижаться с высотой, удивительным образом возрастает до нуля — минус 2 °C.

Далее до высоты 80—85 км простирается мезосфера, где температура понижается до минус 90 °C. Ещё выше, до высоты 800 км, располагаются термосфера, которую иногда называют ионосферой благодаря наличию большого количества ионов, и затем экзосфера.

Промежуточными слоями являются тропопауза, стратопауза, мезопауза и термопауза.

По физико-химическим процессам, протекающим в атмосфере, выделяют озоносферу, расположенную в стратосфере на высоте 10—50 км от поверхности Земли, и ионосферу (выше 70—80 км). Роль озоносферы, или, как её ещё называют, «озонового экрана», велика: она защищает Землю от губительной ультрафиолетовой солнечной радиации. Именно экзотермической реакцией (реакцией с выделением тепла) образования озона (O_3) из кислорода (O_2) и поглощением ультрафиолетовой радиации объясняется повышение температуры в стратосфере. Наибольшая концентрация озона наблюдается на высоте 20—25 км.



По уровню ионизации¹ и электропроводности в атмосфере выделяют ионосферу, занимающую пространство по высоте от 100 до 1000 км. Именно в ионосфере преимущественно в высоких широтах обоих полушарий наблюдается

¹ Ионизация — образование положительных и отрицательных ионов и свободных электронов из электрически нейтральных атомов и молекул.

замечательное явление — полярное сияние, выражающиеся в люминесценции (свечении) разреженного воздуха. Окраска полярных сияний чаще всего голубовато-белая, жёлто-зеленая, реже красноватая и фиолетовая. По наблюдениям автора, полярные сияния в Северном полушарии более яркие и красочные, нежели в Южном (Антарктика).

Вопросы для закрепления

1. Что такое погода и климат?
2. Чем метеорологические явления отличаются от метеорологических величин?
3. Что такое бора? Кто из писателей так красочно и точно описал бору?
4. Каков газовый состав атмосферы? Из каких слоёв состоит атмосфера?

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

*Быть погоде питерской капризной
Суждено на долгие века.
Если утром солнце, — это признак,
Ночью дождь пойдёт наверняка.
Неизвестный автор*

Начало нерегулярным метеорологическим наблюдениям в России было положено в 1650 г. указом царя Алексея Михайловича о наблюдениях за погодой в Московском Кремле. В результате появились «Дневальные записки Приказа тайных дел». Делались записи нерегулярно, и приведенные в них сведения были весьма скупы. Но даже такой «метеорологический анализ» позволяет проследить особенности и повторяемость некоторых явлений за ряд лет и отдельные сезоны года. В Дневальных записках фиксировались летние заморозки и засухи, число солнечных дней и дней с осадками, число гроз и случаев выпадения града, ночи с обильными росами.

В 1696 г. корабли Петра I, спускаясь по Дону к Азовскому морю, вынуждены были задержаться из-за обмеления реки. Это подвигло Петра вести наблюдения за погодой. В тот же год всем капитанам судов была вменена обязанность вносить в судовые журналы записи о погоде. Да и сам Пётр был внимательным наблюдателем погоды. Вот пример его записей от 1721 г.: «31 марта. Было мрачно и тепло с дождём; о полудни временем солнце видно было; лёд тронулся в третьем часу пополудни. Ветер был зюйд-ост и зюйд-вест; морозу не было ни ночью, ни в день, но дождики перепадали только с утра...» (Очерки по истории гидрометеорологической службы России, 2009).

Начало метеорологических наблюдений в Санкт-Петербурге было положено в 1724 г. учреждением Академии наук. При её организации Петр I предложил академикам «производить повсюду метеорологические наблюдения, а в наиболее важных местах поручать их продолжение надёжным лицам».

Таким образом, волею царя-реформатора и силами академика Ф.Х. Майера¹ 1 декабря 1725 г. в Санкт-Петербурге были начаты регулярные

¹ Майер (Мейер) Фридрих Христофор (1697— 1729) — математик, философ; адъюнкт по математике (1725), экстраординарный профессор (1726) Петербургской Академии наук.

инструментальные наблюдения. С этого времени система метеорологических наблюдений стала строиться на постоянной научной и организационно-технической основе. Академики делали отчёты по барометру и термометру, отмечали направление и скорость ветра, облачность и различные атмосферные явления, а также наводнения, сроки вскрытия и замерзания Невы. Уже в 1727 г. в Петербурге по инициативе Академии наук была создана первая городская сеть метеорологических станций.

С 1729 г. метеорологические наблюдения в Петербурге проводил академик Георг Вольфганг Крафт (физик, математик, академик Санкт-Петербургской Академии наук). Ему же принадлежит попытка обобщить полученные данные. Известна работа Крафта «Краткое описание наидостойнейших примечания погод и разных воздушных перемен, бывших здесь в Санкт-Петербурге с начала 1726 до конца 1736 года». Кроме того, в 1738 г. Г. Крафт изобрёл первый в России минимальный термометр.

Учёными Академии наук было создано много различных метеорологических приборов: Г. Крафтом — термометры, Г.Б. Бюльфингером¹ — барометр и термометр, Ж.-Н. Делилем² — «машина» для измерения осадков.

Кстати, именно Делилю принадлежит идея стрельбы из пушек с бастионов Петропавловской крепости, «дабы часы сверяли жители Петербурга».

Таким образом, в первой половине XVIII века была заложена база для решения практических задач, а чуть позже была сформулирована конечная цель упорно развиваемой в России службы наблюдений за погодой. В «Речи о пользе наук и художеств», произнесённой в сентябре 1750 года на публичном заседании Академии наук, Степан Петрович Крашенинников, исследователь Сибири, натуралист и географ, давший первое полное описание Камчатки в начале XVIII века, говорил: «Смешно кажется, когда физик записывает перемену погоды со всяким прилежанием, но ежели бы сыскалось правило, как их наперёд узнавать, то, без сомнения, великой чести удостоилось, для того что перемена в самом здравии нашем немало от того зависит; знаящему, что последует, можно от вреда предостеречься».

В последней трети XVIII века в Петербурге метеорологическими наблюдениями занимались И. Эйлер (сын Леонарда Эйлера), В. Крафт (сын Г. Крафта) и другие академики. В частности, И. Эйлер опубликовал метеорологические сводки за 1769—1779 годы, которые и в настоящее время



¹ Георг Бернгард Бильфингер (Бюльфингер, 1693—1750) — немецкий физик, философ, математик, педагог и государственный деятель; академик (1726) и иностранный почётный член (1731) Петербургской академии наук, один из основателей физического кабинета Академии наук.

² Жозеф-Никола Делиль (Де Лиль) — французский астроном и картограф, профессор астрономии (1725) и иностранный почётный член (1747—1748) Петербургской академии наук.



Рис. 2. А.Я. Купфер,
основатель Главной физической обсерватории России.

относятся к важнейшим источникам данных для изучения изменений и колебаний климата в Санкт-Петербурге.

XIX век стал периодом становления службы погоды и установления международных связей. Эти достижения связаны с именем А.Я. Купфера (физик, химик, метролог, основатель первого метрологического и поверочного учреждения — Депо образцовых мер и весов и Главной физической обсерватории России). Известен отрывок из письма немецкого естествоиспытателя Александра фон Гумбольдта к Адольфу Яковлевичу Купферу, относящийся к 1825 г.: «Вашу организацию метеорологических станций я считаю одним из самых выдающихся предприятий, задуманных когда-либо для успешного изучения атмосферы».

1 апреля 1849 г. закончилось строительство здания, и были утверждены штаты Главной физической обсерватории (ГФО). Весь штат состоял из семи человек: директор, смотритель, два старших и три младших наблюдателя. Согласно «Положению для Главной физической обсерватории» задачей этого научного учреждения являлось «производство физических наблюдений и испытаний в обширном виде и вообще для исследования России в физическом отношении». 9 июля 1849 г. академик А.Я. Купфер был назначен директором ГФО.



С основанием Главной физической обсерватории (ГФО) начался качественно новый этап в развитии русского метеорологического дела. Четыре раза в год стало выходить «Метеорологическое обозрение России», которое давало представление об общем состоянии погоды за каждый сезон в тех пунктах страны, где велись наблюдения.

Дата 15 февраля 1855 г. является ещё одной важнейшей вехой в истории службы погоды. В этот день директор Парижской астрономической обсерватории Леверье продемонстрировал Академии наук первую карту погоды, в которой

были использованы и данные русских станций. А 23 февраля 1856 г. русскому генеральному консулу в Гамбурге Обсерваторией была отправлена первая телеграфная депеша «о состоянии температуры воздуха, облачности и о направлении и силе ветра в Санкт-Петербурге и Ревеле».

Купфер дал мощный импульс общеевропейской службе погоды, проведя переговоры со всеми выдающимися метеорологами Европы и договорившись о бесплатном обмене телеграфными метеорологическими наблюдениями.

В 1868 г. директором ГФО был назначен Генрих Иванович Вильд. Под его началом на метеорологической сети России были проведены важные преобразования: введены единые сроки наблюдений, метрическая система мер, температура стала измеряться в градусах Цельсия. Вильд сконструировал нормальный (контрольный) барометр, точность которого достигала 0,01 мм ртутного столба. Этот барометр долгое время являлся лучшим в мире по точности измерений. В 1875 г. им же были предложены условные обозначения для атмосферных явлений, которые в основном сохранились и по настоящее время.

В 1900 г. Городской думой были отпущены средства на организацию службы наводнений в Петербурге. Основанием для такого внимания властей послужил тот факт, что уже с 1897 г. стали издаваться предупреждения об опасности подъёма воды в Неве, а затем и прогнозы повышения уровня. 24 декабря 1912 г. Николай II утвердил одобренный Государственным советом и Государственной думой закон об установлении уставов и штатов Николаевской Главной физической обсерватории. Этим законом ГФО отделялась в хозяйственном отношении от Академии наук и подчинялась непосредственно Министерству народного просвещения. Положение ГФО как центрального метеорологического учреждения России получило законодательную основу.

Во все самые трудные периоды революции и Гражданской войны наблюдатели проявляли самоотверженность, оберегая приборы и имущество, продолжая наблюдения. По словам директора ГФО А.А. Фридмана, сотрудники Павловской аэрологической обсерватории непрерывно вели наблюдения «даже тогда, когда снаряды артиллерии наступавшего генерала Юденича разрывались в квартирах служащих Обсерватории».

Понимая необходимость метеорологического обеспечения, 21 июля 1921 г. Совет Народных Комиссаров РСФСР принял «Декрет об организации метеорологической службы в РСФСР». В 1922 г. начался процесс восстановления службы погоды.

Более двухсот лет метеостанция находилась на Васильевском острове на 23-й линии, дом 2. Начиная с 1863 г. она располагалась на территории Главной геофизической обсерватории (ГГО) как отдел наблюдений и называлась до 1924 г. Петербургская ГФО, а затем Ленинградская главная геофизическая обсерватория. В эти годы, примыкающий к метеостанции район постепенно застраивался фабрично-





Рис. 3. Здание метеостанции на ул. Даля, дом 3. 1933 год.

заводскими зданиями, и вследствие этого было принято решение о переносе метеорологической станции в менее застроенное место. 1 июля 1933 г. станция приступила к работе по новому адресу: улица Даля, дом 3, что в северо-западной части города, на Аптекарском острове. Служебное помещение метеостанции размещалось в одноэтажном деревянном доме барачного типа (рис. 3).

В 1930 г. происходит реорганизация гидрометеорологической службы: отдел наблюдений ГГО переходит в непосредственное ведение Ленинградского гидрометеорологического комитета (ГМК), впоследствии Северо-Западного управления гидрометслужбы (СЗ УГМС), как Ленинградская городская метеорологическая станция. Она стала называться «Ленинград, город».

Данные станции систематически получали 34 крупные организации города, среди которых были: Ботанический институт Академии наук СССР, заводы «Вперёд», «Севкабель», завод им. Свердлова, Балтийский завод, завод им. Карла Маркса, Всесоюзный институт защиты растений, Институт холодильной промышленности, Карбюраторно-арматурный завод им. Куйбышева и многие другие.

В 1930-е годы активно происходило оснащение станции новыми метеорологическими приборами. Тем самым создавалась хорошая метеорологическая база для прогнозирования погоды для всего северо-запада СССР.

В 1939—1940 гг. при обслуживании боевых действий Красной Армии в войне с Финляндией на долю Ленинградского бюро погоды выпало серьезное испытание. Метеорологические сведения и прогнозы погоды, данные по состоянию льда в Финском заливе, докладывались на заседаниях Военного совета и лично члену Военного совета Ленинградского фронта Андрею Александровичу Жданову и командующему Западного фронта Семёну Константиновичу Тимошенко.



С первых дней Великой Отечественной войны Главное управление Гидрометслужбы вошло в состав Вооружённых сил страны, а в сентябре 1941 г. Ленинградское УГМС было реорганизовано в УГМС Ленинградского фронта. Личный

состав всех гидрометеорологических подразделений был переведён на военное или полувоенное положение. В осаждённом Ленинграде регулярно велись метеорологические наблюдения, непрерывно работало бюро проверки приборов, систематически проводилось зондирование атмосферы. Были налажены метеонаблюдения в партизанских отрядах и метеослужбой противовоздушной обороны. Для обеспечения бесперебойной работы в условиях обстрелов и бомбёжек были организованы резервные радиостанции, одна из которых — на Песочной улице. Чуть позже появилась сеть из девяти подвижных станций.

Гидрометслужбой Ленинградского фронта совместно с гидрометслужбой Краснознамённого балтийского флота (КБФ) осуществлялось оперативное обеспечение кораблей и частей КБФ. Режимные данные и прогнозы учитывались командованием при ведении боевых действий, при постановке и тралении мин, при обеспечении Ленинграда и Кронштадта грузами и военной техникой. Важнейшее значение имели исследования сроков установления и разрушения ледового покрова, организация службы уровня в Финском заливе, на Ладожском озере и в Невской губе. 8 сентября 1941 г. сотрудники гидрометслужбы КБФ подготовили доклад о гидрометеорологическом и ледовом режиме Ладоги, а 24 сентября 1941 г. необходимые материалы и обоснования были доложены в Главный морской штаб адмиралу И.С. Исакову. Этот день принято считать днём рождения Дороги жизни, связавшей Ленинград с Большой Землёй. С первых же дней её существования гидрометеорологическое обеспечение осуществлялось под руководством Якова Хаимовича Иоселева, всю войну прослужившего в составе УГМС Ленинградского фронта. Ветеран ледовой Дороги жизни, после войны он работал инженером, начальником Невской устьевой гидрометеостанции.

Гидрометеорологические сведения стали секретными. Значительную часть сил пришлось направить на шифровку гидрометеорологических данных, принимаемых и передаваемых по радио. Большая часть сотрудников проживала тут же, чтобы не терять силы на хождение по городу.

В послевоенное время гидрометслужба возвращалась к мирной жизни, информируя о погоде всех жителей Ленинграда. К 1963 г. была построена ленинградская телебашня высотой 301 метр. На башне на разных уровнях были установлены метеорологические приборы, позволившие проводить так называемые градиентные наблюдения. К слову, первые наблюдения в верхних слоях атмосферы провел М.В. Ломоносов в 1754 г. Он поднимал в атмосферу «маленький термометр дабы узнать градус температуры в вышине» при помощи «аэродинамической машины», оснащённой вращающимися винтами, — некий прообраз современного вертолета, опередив на две сотни лет и вертолетостроение, и аэрологические наблюдения.



В 1971 г. отдел наблюдений ЛГМО был преобразован в самостоятельное сетевое подразделение Северо-Западного УГМС — Информационный центр погоды (ИЦП) города Ленинграда с группой метеорологических наблюдений.

В начале 90-х годов на базе ИЦП был организован Ленинградский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЛЦГМС). В его ведение переданы оперативно-производственные сетевые организации Ленинградской области, и с 1 апреля 1991 г. метеостанция стала именоваться отделом наблюдений ЛЦГМС. В 2006 г. станция была преобразована в объединённую гидрометеорологическую станцию (ОГМС) Санкт-Петербургской морской гидрометеорологической обсерватории ГУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» (в настоящее время Федеральное государственное бюджетное учреждение (ФГБУ) «Северо-Западное управление гидрометеорологической службы» (УГМС)).

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ, МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДКА И ПРИБОРЫ

*У природы нет плохой погоды —
Каждая погода благодать.
Дождь ли снег — любое время года
Надо благодарно принимать.
Эльдар Рязанов, режиссер*

Метеорологические наблюдения сводятся к измерению числовых значений метеорологических элементов, а также оценке качественных характеристик атмосферных явлений (форм облаков и осадков).

Основными целями метеорологических наблюдений являются обеспечение народного хозяйства и обороны страны метеорологической и гидрологической информацией, предупреждениями об опасных явлениях, прогнозами погоды, гидрологическими и агрометеорологическими прогнозами, сведениями о климате, гидрологическом режиме и агрометеорологических условиях и проведение научно-исследовательских работ в указанных областях.

Метеорологические наблюдения проводятся на метеорологических станциях (рис. 4) на специальной метеорологической площадке. Метеорологическая станция (метеостанция) представляет собой комплекс зданий и сооружений для проживания персонала станции, помещение для дизельной электростанции (если станция расположена в отдалённых районах



Рис. 4. Метеорологическая станция на Земле Бунге (Новосибирские острова).
Фото автора.

страны), помещение для обработки полученных данных, радиобюро, где размещены средства связи; значительное пространство занято антенным хозяйством. На некоторых станциях имеются даже свои ветроэнергетические установки, как, например, на метеорологической станции Земля Бунге (рис. 4).

Площадка метеорологической станции устраивается под открытым небом на типичном для окружающей местности участке (для размещения метеорологических приборов). Она должна быть квадратной формы, размером 26×26 м, строго ориентирована по сторонам света (север — юг, восток — запад) и быть удалена от крупных препятствий (зданий, обрывов, оврагов) и водных объектов для исключения их влияния. На площадке должны отсутствовать деревья, она не должна быть затенена. По метеоплощадке разрешается передвигаться только по дорожкам. Всё вспомогательное оборудование (столбы, мачты, лестницы, метеорологические будки) окрашивается в белый цвет для уменьшения их нагрева.

Основными приборами для наблюдений являются термометры для определения температуры воздуха и почвы, гигрометр, флюгер, осадкомер, гелиограф. Приборы располагаются на площадке так, чтобы они не оказывали влияния на показания друг друга. Высокие установки, такие как флюгер, осадкомер, метеобудка (психометрическая будка), размещаются в северной части площадки, почвенные термометры — в южной, чтобы их не достигала тень. От прибора к прибору прокладывают узкие дорожки. Ходить беспорядочно по площадке не следует, так как нарушается естественное состояние поверхности и показания приборов искажаются. Дорожки, как и калитка в ограде, должны располагаться с северной стороны.

Метеорологические наблюдения проводятся с помощью специальных измерительных приборов для определения и регистрации числовых значений метеорологических элементов. Метеорологические приборы, используемые на метеорологических станциях, могут быть стационарными и переносными (последние используются в экспедициях).

Особо выделяются приборы, по которым производятся инструментальные наблюдения (термометр, барометр, анемометр) и приборы с автоматической регистрацией — самопишущие (термограф, барограф, анеморумбограф, гелиограф). Визуально определяют количество облаков (измеряется по 10-балльной шкале) — общее и нижнего яруса, их форму и высоту нижней границы, а также дальность видимости. Определение высоты нижней границы облаков особенно актуально для авиаторов.



Для исключения влияния внешних факторов на результаты измерения наблюдения производятся в метеорологической будке (её правильное название психометрическая



Рис. 5. Метеорологическая будка (а) и размещенные в ней приборы (б).

- 1 — гигрометр; 2 — сухой термометр; 3 — смоченный термометр; 4 — жалюзи;
5 — максимальный термометр; 6 — минимальный термометр; 7 — ёмкость для воды.

будка). На рис. 5 представлены фотографии метеобудки — это деревянный ящик особой конструкции, окрашенный в белый цвет, который предохраняет находящиеся внутри него приборы от действия солнечной радиации, ветра и дождя. За счёт системы двойных жалюзи, двойных потолка и дна обеспечивается равномерная циркуляция воздуха, а положение на высоте 2 м над поверхностью Земли позволяет защитить приборы от излучения земной поверхности и окружающих предметов. Размеры будки стандартны: высота 525 мм, ширина 460 мм и глубина 290 мм. Одна из широких стенок служит дверцей.

Метеорологи всех стран производят метеорологические наблюдения в одинаковых метеорологических будках конструкции Г.И. Вильда. Соблюдение этих условий позволяет сравнивать результаты, полученные в разных точках планеты.

Метеорологическая будка устанавливается на специальной подставке высотой 175 см так, чтобы пол был строго горизонтален. Она ориентируется так, чтобы дверца была обращена на север; с северной стороны устанавливается лесенка с решётчатой площадкой для наблюдателя. Лесенка не должна касаться подставки. Все стойки, опоры, лесенки должны быть окрашены белой масляной краской.

Конструкция специальной жалюзийной защиты, известной в Англии как экран Стивенсона, была предложена шотландским инженером Томасом Стивенсоном, отцом известного писателя Льюиса Стивенсона, известного нам, в частности, по захватывающему роману «Остров сокровищ».

Вопросы для закрепления

1. Каковы требования к организации метеорологической площадки?
2. Каковы особенности метеорологической будки?
3. Как должна быть ориентирована метеобудка?
4. Кто является конструктором современной метеобудки?

ОБЪЁМ, СРОКИ И ПОРЯДОК МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ



На всех метеорологических станциях обязательными являются наблюдения за следующими метеоэлементами: температурой воздуха, атмосферным давлением, скоростью и направлением ветра, влажностью воздуха, температурой поверхности почвы, количеством атмосферных осадков, высотой снежного покрова, облачностью, дальностью видимости, различными атмосферными явлениями, такими как туман, гроза, молния и т. п., опасными и особо опасными явлениями.

Стандартные наблюдения на всех метеостанциях проводятся в одни и те же сроки: 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 ч по Гринвичскому времени, которое с учётом последних принятых изменений отличается от московского на 3 часа. Число сроков наблюдений зависит от разряда станции — на некоторых таких сроков четыре, а на постах всего два.

Срочные наблюдения проводятся в следующем порядке: в течение пяти минут от срока наблюдений отмечаются температура и влажность воздуха, описываются формы и количество облаков, дальность видимости, далее на протяжении пятнадцати минут производятся наблюдения за ветром, отмечается текущее значение атмосферного давления. Также описываются текущие явления погоды и явления, которые произошли за период между сроками наблюдения. На станциях с неполной программой наблюдений в 6 часов измеряют количество осадков, выпавших за ночь, и в 18 часов — выпавших за сутки. На станциях с полной программой наблюдений количество осадков измеряется четыре раза в сутки: в 3, 6, 15 и 18 часов по Гринвичу.

Вопросы для закрепления

1. В какие сроки проводятся метеорологические наблюдения?
2. Какие наблюдения входят в «срочные» наблюдения?
3. Какие сроки наблюдений допустимы и при каких условиях?

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ТЕМПЕРАТУРОЙ ВОЗДУХА

*Все бабочки, кузнечики и мухи
гиена, антилопа или тур
испытывают дьявольские муки
от разницы дневных температур.*

Юрий Левитанский

В физике под температурой понимается характеристика теплового состояния тела, а в метеорологии — температура, которую показывает термометр в условиях его полного теплового контакта с атмосферным воздухом. За температуру воздуха у земной поверхности принимается температура, измеренная термометром, установленным на высоте 2 м над поверхностью Земли вдали от зданий и сооружений, защищённым от воздействия прямых солнечных лучей и хорошо вентилируемым. Исключает эти влияния метеорологическая будка. На метеорологических станциях измеряют не только температуру воздуха, но и температуру почвы и воды. Температура почвы измеряется на почвенной площадке. Температура воды определяется только на прибрежных и морских станциях.

Прибором для измерения температуры воздуха является всем известный термометр. По принципу действия термометры делятся на жидкостные, газовые, деформационные (биметаллические), электрические, термометры сопротивления, термопары, радиометрические.

В метеорологии для производства основных наблюдений за температурой воздуха используются жидкостные термометры — как ртутные, так и спиртовые. В этих приборах мерой измерения температуры является изменение объёма жидкости (ртути, спирта) в колбе прибора.

Температура в нашей стране измеряется в градусах Цельсия (°C). На всех метеостанциях температура приводится к значениям по шкале Цельсия, даже если измеряется в градусах другой шкалы.

Первый термометр был изобретен в 1593 г. итальянским учёным Галилео Галилеем (1564—1642), который назвал его термоскопом (термобароскопом, так как высота жидкости в трубке колбы зависит и от давления — *Прим. авт.*). Однако только в XVIII веке наблюдения за температурой окружающего воздуха стали точными и регулярными — почти 200 лет



потребовалось для того, чтобы разработать термометры с постоянной точкой отсчета. В 1715 г. появилась шкала Фаренгейта, в 1730 г. — шкала Реомюра, в 1742 г. — шкала Цельсия, 1748 г. — шкала Кельвина. Новый подход к изучению тепловых явлений наметился ещё в XVII веке. Термоскоп Галилея и последовавшие за ним термометры Герике и Ньютона подготовили почву для развития термометрии — раздела физики, изучающего методы измерения температуры.

Термометры Фаренгейта, Делиля, Ломоносова, Реомюра и Цельсия, хотя и отличались друг от друга конструктивными особенностями, но определили тип термометра с двумя постоянными точками отсчета, принятыми в настоящее время.

Стеклодув из Гданьска Габриэль Фаренгейт с 1709 г. изготавливал спиртовые термометры с постоянными точками отсчета. С 1714 г. он начал изготавливать ртутные термометры. Точка замерзания воды по шкале Фаренгейта составляла 32° , а точка кипения воды — 212° . Дело в том, что за нуль шкалы Фаренгейт принял точку замерзания смеси воды, льда и нашатыря или поваренной соли. Градус температурной шкалы Фаренгейта ($^{\circ}\text{F}$) составляет $1/180$ интервала между значениями 32 и 212°F . О создании этой шкалы можно прочесть в книге замечательного популяризатора физики, математики и астрономии Якова Исидоровича Перельмана (Знаете ли вы физику, 2007. С. 221—222).

Французский биолог и естествоиспытатель, иностранный почётный член Петербургской Академии наук (1737 г.) Рене Антуан Реомюр в 1730—1731 гг. описал в журнале Парижской академии наук свой термометр, в котором за нулевую точку шкалы была принята температура замерзания воды. Используя в качестве термометрической жидкости 80-процентный раствор спирта, а в окончательном варианте ртуть, он принял в качестве второй постоянной точки точку кипения воды, обозначив её числом 80. Градус температурной шкалы Реомюра ($^{\circ}\text{R}$) составляет $1/80$ интервала между крайними точками 0 и 80°R .

Шведский астроном и физик Андерс Цельсий проводил опыты, используя в термометре разные жидкости. В 1742 г. он установил, что точка кипения воды зависит от давления. Результатом этих исследований стал новый термометр, известный ныне как термометр Цельсия. Какое-то время эти термометры назывались «шведскими». Точку плавления льда Цельсий принял за 100° , точку кипения воды — за 0° . Соответственно градус температурной шкалы Цельсия ($^{\circ}\text{C}$) составляет $1/100$ интервала между этими точками. Стоит заметить, что позже шкала была перевернута и приобрела привычный нам вид: 0°C внизу и 100°C вверх.

Академик и первый директор академической астрономической обсерватории, иностранный почётный член Петербургской Академии наук (1747 г.) Жозеф Никола (Осип Николаевич) Делиль, положивший начало систематическим астрономическим наблюдениям и точным



геодезическим работам в России, предложил свою шкалу, в которой точка плавления льда принималась за 150° , а кипения воды — за 0° . Ломоносов применял в исследованиях свой термометр со шкалой, обратной шкале Делиля.

В настоящее время в большинстве стран мира используется шкала Цельсия, но в США, на Багамских островах, Каймановых островах и в Белизе применяется шкала Фаренгейта. Для перевода значений температуры из одной шкалы в другую служат таблицы (рис. 6) или простые формулы

$$t^{\circ}\text{C} = (t^{\circ}\text{F} - 32) (5/9), \quad t^{\circ}\text{F} = (t^{\circ}\text{C} + 32) (9/5).$$

$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$
-80	-112	-10	14	24	75	52	126	80	176	120	248
-75	-103	-5	23	26	79	54	129	82	180	125	257
-70	-94	0	32	28	82	56	133	84	183	130	266
-65	-85	2	36	30	86	58	136	86	187	135	275
-60	-76	4	39	32	90	60	140	88	190	140	284
-55	-67	6	43	34	93	62	144	90	194	145	293
-50	-58	8	46	36	97	64	147	92	198	150	302
-45	-49	10	50	38	100	66	151	94	201	155	311
-40	-40	12	54	40	104	68	154	96	205	160	320
-35	-31	14	57	42	108	70	158	98	208	165	329
-30	-22	16	61	44	111	72	162	100	212	170	338
-25	-13	18	64	46	115	74	165	105	221	175	347
-20	-4	20	68	48	118	76	169	110	230	180	356
-15	5	22	72	50	122	78	172	115	239	185	365



Рис. 6. Термометр с двумя шкалами и таблица для перевода значений по шкале Цельсия в значения по шкале Фаренгейта и наоборот.

В физике, и в частности в метеорологии, а также в астрономии, кроме того, используется шкала Кельвина (K), где 1 K равен 1°C , но ноль по Кельвину приходится на $-273,15^{\circ}$ по шкале Цельсия (абсолютный ноль — минимальный предел температуры, которую может иметь физическое тело во Вселенной; при этой температуре прекращается тепловое движение молекул), и, следовательно, 0°C соответствует 273 K , а 100°C соответствует 373 K .

Автором этой шкалы был англичанин Вильям Томсон (1824—1907). Уже в десятилетнем возрасте он стал студентом Университета Глазго, а в 22 года — профессором и руководил кафедрой в течение 53 лет. В 1892 г. Томсону за большие научные заслуги был присвоен титул лорда Кельвина (по имени речки Кельвин, протекающей вблизи Университета Глазго). Шкала Кельвина была введена в 1848 г.

Вопросы для закрепления

1. Каковы условия измерения температуры воздуха при метеорологических наблюдениях?
2. Как классифицируются термометры?
3. Назовите температурные шкалы.
4. По таблице на рис. 5 определите температуру по шкале Цельсия, если температура по шкале Фаренгейта составляет 90, 32, -4 , -22°F .

ТЕРМОМЕТРЫ

В метеорологии используют термометры разных типов и с разными жидкостями внутри. Детально мы рассмотрим лишь некоторые.

Ртутные термометры — это жидкостные термометры, наполненные химически чистой ртутью. Ртуть как термометрическая жидкость, отличается малой теплоёмкостью, большой теплопроводностью и низкой смачиваемостью стекла. Поскольку ртуть замерзает при температуре $-38,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, подобные термометры применяются при температуре не ниже $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура кипения ртути составляет $+356,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, поэтому ртутные термометры используют при высоких значениях температуры. Поскольку ртуть замерзает при температуре воздуха ниже $-38,9$, применяются также спиртовые термометры с пределами измерений от -65 до $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ или от -75 до $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ценой деления шкалы $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (спиртовые термометры рассчитаны на диапазон температур от -100 до $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$).

В практике метеорологических наблюдений применяются следующие термометры: срочный, психометрический, максимальный, почвенные (ртутные) и минимальный (спиртовой).

Срочный термометр — это ртутный термометр с цилиндрическим резервуаром со шкалой от -35 до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ или от -20 до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ценой деления $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (срочный психометрический термометр $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Температура определяется по положению столбика ртути, причём сначала отсчитывают доли градуса, а затем целые.

Максимальный термометр (рис. 7 а) — ртутный прибор для определения максимального значения температуры за некоторый промежуток времени (на метеорологических станциях между сроками наблюдений). Термометр применяется в интервале температур от -35 до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Цена деления $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Принцип работы такой же, как и у медицинского термометра: при повышении температуры ртуть свободно перемещается по капиллярной трубке только вверх. При понижении температуры столбик ртути в термометре останется неподвижным благодаря конструктивным особенностям резервуара: в самом начале, около резервуара, капиллярная трубка сужается. Сужение достигается тем, что в капилляр входит конец стеклянного штифта, припаянного к внутренней стенке резервуара. При повышении температуры ртуть, несмотря на сужение, под влиянием сил



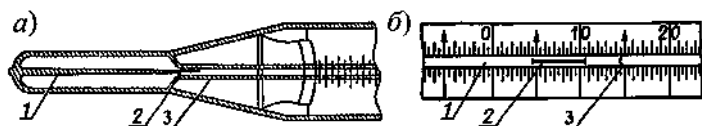


Рис. 7. Максимальный (а) и минимальный (б) термометры.

Рис. а: 1 — резервуар, 2 — штифт, 3 — капилляр.

Рис. б: 1 — капилляр, 2 — штифт, 3 — мениск спирта.

расширения свободно переходит из резервуара в капилляр. При понижении температуры ртуть уменьшается в объёме. Однако силы молекулярного сцепления настолько слабые, что не в состоянии преодолеть узкую часть капилляра и переместить ртуть в резервуар. Поэтому ртуть в месте сужения прохода разрывается, а столбик ртути в капилляре остается на месте. Температура определяется по наивысшему положению столбика ртути, которая наблюдалась со времени установки термометра. Впрочем, всё это вы, так или иначе, наблюдали при измерении температуры тела медицинским термометром (обратите внимание, термометром, а не градусником — градусник просторечное название термометра).

После отсчёта значений для подготовки максимального термометра к следующему измерению его берут за середину и, держа резервуаром вниз, встряхивают, поднимая руку до высоты головы и резко опуская её вниз, загоняя часть ртути в резервуар. Термометр встряхивают до тех пор, пока его показания не будут совпадать с показаниями срочного термометра, отличаясь не более чем на 1°C .

Минимальный термометр (рис. 7 б) используется для определения температуры, минимальной за некоторый период. Посмотрим, как устроен спиртовой термометр. Внутри капилляра термометра (столбика спирта) свободно плавает штифт из тёмного стекла с небольшими утолщениями на концах (рис. 7 б, 2). По его положению в капилляре и определяют, какая была температура между сроками наблюдений.

При понижении температуры поверхностная плёнка спирта (мениск), перемещаясь, отодвигает штифт в сторону резервуара; при повышении температуры поверхностная плёнка (рис. 7 б, 3) удаляется от резервуара, а штифт, свободно обтекаемый спиртом, остаётся на месте. Конец штифта, более удалённый от резервуара, показывает минимальную температуру, которая наблюдалась со времени установки термометра. По положению правого конца штифта определяют минимальную температуру за представляющий интерес период (обычно за ночь).



После отсчёта термометр следует взять в руки и наклонить его так, чтобы резервуар был выше капилляра. Штифт под влиянием своего веса начнёт перемещаться и, достигнув мениска спирта, остановится. Таким образом, термометр



Рис. 8. Дежурный метеоролог за работой. Фото В.Е. Тумского

подготовлен к последующим наблюдениям. Термометр устанавливается горизонтально в метеорологической будке резервуаром влево и оставляется в таком положении до следующего срока наблюдения. Минимальный термометр хорош ещё и тем, что по нему можно определить и температуру в данный момент времени.

Температуру воздуха также можно определять по показаниям психрометра (о самом приборе вы сможете прочитать ниже). При наблюдениях за температурой воздуха по психрометру снимают показание сухого термометра в приборе.

В экспедициях для определения температуры воздуха можно использовать показания аспирационного психрометра (о приборе см. соответствующий раздел).

В походных условиях для измерения температуры воздуха используют термометр-пращ (рис. 9). Это ртутный термометр, имеющий толстостенный капилляр, на который нанесена шкала с делениями через $0,5^{\circ}\text{C}$. Хранится термометр в футляре. Верхний конец термометра имеет металлический колпачок, который одновременно является и крышкой футляра, когда в него помещается термометр (рис. 9). Иногда термометр-пращ выполняется с круглой стеклянной головкой на противоположном от колбы конце для привязывания шнура. При измерениях термометр-пращ вращают над головой на шнуре в горизонтальной плоскости со скоростью 1—2 оборота в секунду, до тех пор пока показания термометра не установятся (3—4 мин).

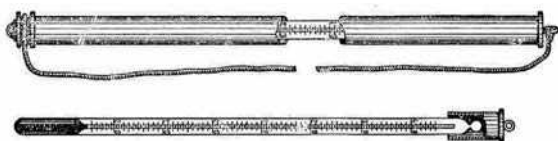


Рис. 9. Термометр-пращ.

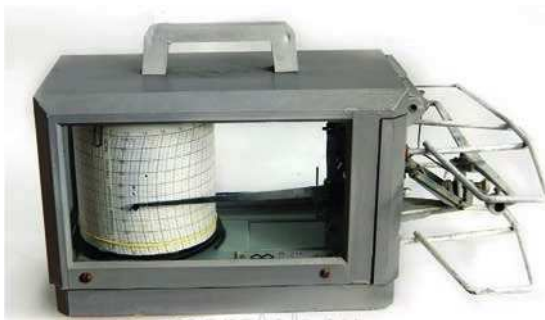


Рис. 10. Термограф.

Для регистрации изменения температуры воздуха за определённый период времени (сутки, неделю) пользуются самописцами¹. Самописец для регистрации изменения температуры воздуха называется термографом (рис. 10). В термографах используются деформационные термометры, деформирующиеся (изменяющиеся) под воздействием изменения температуры. Наиболее часто в деформационных термометрах применяются биметаллические пластинки (пластинки, состоящие из двух металлов). Под воздействием изменения температуры такая пластинка изгибается, и эти изменения передаются на перо самописца с помощью системы рычагов. Отклонение пера будет пропорционально изменению температуры. Запись производится специальными чернилами на ленте, установленной на барабане, который вращается часовым механизмом с суточным или недельным оборотом. Прибор устанавливается в отдельной будке для самописцев.

Вопросы для закрепления

1. Какие жидкости используются в термометрах?
2. Какие ртутные термометры используются в метеорологической практике?
3. Каков принцип работы максимального термометра?
4. Какова конструктивная особенность минимального термометра?
5. Какой термометр используют в полевой практике?

¹ Принцип действия самописцев будет рассмотрен ниже.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ, СНЕЖНОГО ПОКРОВА И ВОДЫ

Поверхность почвы и снежный покров являются подстилающей поверхностью, которая непосредственно взаимодействует с атмосферой и, поглощая солнечную радиацию, сама излучает тепло в атмосферу. Почва активно участвует в тепло- и влагообмене, оказывая влияние на термический режим нижележащих слоёв почвы.

На метеорологических станциях и постах проводятся наблюдения за температурой почвы для определения времени наступления заморозков (рис. 11). При измерении температуры поверхности почвы используют ртутный метеорологический термометр ТМ-3 с разными пределами шкал — от -10 до $+85$ °С. Для определения экстремальных значений температуры используют максимальный и минимальный термометры. Особенность измерения температуры почвы состоит в том, что они производятся в южной части метеорологической площадки на незатенённом участке размером 4×6 м. Летом почву, на которой производятся наблюдения, взрыхляют. Термометры укладывают резервуарами к востоку на расстоянии $5\text{—}6$ см друг от друга, соблюдая определённую последовательность: первый с севера — срочный, затем минимальный и за ним максимальный. Все термометры, кроме максимального, который имеет небольшой наклон в сторону резервуара, укладываются горизонтально, причем резервуары и баллоны термометров должны быть наполовину погружены в почву, а при наличии снежного покрова в снег. Отсчёты по термометрам снимают с точностью до $0,1$ °С. Для измерения температуры почвы на глубине $5, 10, 15, 20$ см используются ртутные колен-



Рис. 11. Наблюдения за температурой почвы. Фото В.Е. Тумского

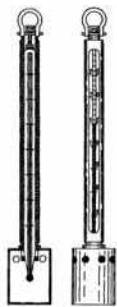


Рис. 12. Родниковый термометр в разрезе и в оправе.

чатые термометры (Савинова) со шкалой от -10 до $+50$ °С. Они изогнуты под углом 135° и имеют различную длину — от 290 до 500 мм. Это позволяет устанавливать их в почве так, чтобы резервуар и часть термометра до изгиба находились в горизонтальном положении под слоем почвы, а часть термометра со шкалой располагалась над почвой. При измерении температуры почвы на глубине от 20 см до 3,2 м применяются ртутные почвенно-глубинные термометры (пределы шкал от $31-41$ до $-10 \dots -20$ °С, цена деления $0,2$ °С). Используются они в почвенно-вытяжных установках.

На всех станциях, расположенных вблизи водоёма, производят наблюдения за температурой воды. Для этих наблюдений используется ртутный термометр с ценой деления $0,2$ °С и с пределами шкалы от -5 до $+35$ °С — так называемый родниковый термометр. Термометр помещается в специальную оправу (трубку), в нижней части которой расположен стакан (рис. 12).

При подъёме термометра из воды в стакане остается вода. Это позволяет сохранить показания термометра после его извлечения из воды, а также защитить от механических повреждений. В оправе имеются прорезы, открывающие шкалу термометра для снятия показаний. В некоторых приборах эти прорезы закрываются. Для погружения термометра в воду в верхней части оправы имеется кольцо для крепления к тросу или верёвке. Термометр выдерживается в воде 5—8 мин на глубине не более $0,5$ м от поверхности.

Вопросы для закрепления

1. Какие термометры используют для измерения температуры почвы?
2. Каковы особенности установки почвенных термометров?
3. Каков принцип снятия показаний почвенных термометров?
4. На какой глубине производятся измерения температуры почвы?
5. Какой термометр используют для определения температуры воды?

¹ Савинов Сергей Иванович (1865—1942), российский метеоролог. С 1891 г. работал в Главной физической (с 1924 г. геофизической) обсерватории. Участвовал в организации сети метеорологических станций в России, а также наблюдений атмосферы с помощью шаров-зондов и свободных аэростатов (с 1897). Конструктор метеорологических приборов.

ПОРЯДОК СНЯТИЯ ОТСЧЁТОВ ПО ТЕРМОМЕТРАМ

Для обеспечения точности измерений рекомендуется пользоваться следующими простыми правилами:

- показания по всем термометрам независимо от цены деления шкалы снимаются с точностью до $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- в ртутных термометрах отсчет снимается по положению верхней точки выгнутой поверхности мениска, а в спиртовых — по положению низшей точки вогнутой поверхности мениска;
- при положительных температурах отсчёт берут от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ вверх, а при отрицательных — от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ вниз;
- при отсчёте положение глаза наблюдателя должно быть перпендикулярно капилляру и находиться на уровне верхней (или нижней) точки мениска термометрической жидкости;
- отсчёты рекомендуется делать быстро; сначала отсчитывают десятые доли градуса, а затем целые градусы; такая последовательность отсчёта уменьшает влияние наблюдателя на термометр;
- запись измеренного значения температуры в журнал производится с учётом поправок, которые выписываются из сертификата, прилагаемого к термометру.

Вопросы для закрепления

1. Какие термометры используются для измерения температуры поверхности почвы и снежного покрова?
2. В чём особенность измерения температуры почвы на метеорологической площадке?
3. С какой точностью проводят измерения температуры почвы?
4. Какой термометр используют для наблюдения за температурой воды?



ВОСПРИЯТИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЧЕЛОВЕКОМ.

ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА.

ВЕТРОВОЙ ИНДЕКС ОХЛАЖДЕНИЯ. ЛЕТАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА

Теплоощущения человека зависят не только от температуры, но от комплекса метеорологических величин — температуры и влажности воздуха, скорости ветра. В жаркую и влажную погоду температура окружающего воздуха будет восприниматься выше фактической, а в холодную погоду при ветре и высокой влажности — ниже. Эффект воздействия комплекса внешних факторов характеризует так называемая эффективная температура.

Эффективная температура — это то значение температуры, которое должен иметь сухой воздух при штиле, чтобы оказывать на человеческий организм такое же воздействие, как и воздух, обладающий данной влажностью при данной скорости ветра. Эффективная температура определяется по показаниям сухого и смоченного термометров, а также по данным о скорости ветра. Обычно для её расчёта используются графики-номограммы (рис. 13) или расчётные эмпирические формулы.

Как пользоваться номограммой? На правой и левой шкалах откладываются показания термометров психрометра. Каждой кривой присвоена своя скорость движения воздуха, например нижняя — ноль, верхняя — 20 м/с. Выбираем ту, которая соответствует «нашей» скорости ветра (красная линия). Если точка пересечения линии, соединяющей температуры «сухого» и «влажного» термометров, попадает в промежуток между 13,5 и 18 °С, то вы находитесь в зоне комфорта.

В табл. 1 указаны значения температуры при штиле и соответствующие им по величине охлаждения значения температуры воздуха при различной скорости ветра. Другими словами, из этой таблицы вы сможете узнать, какие

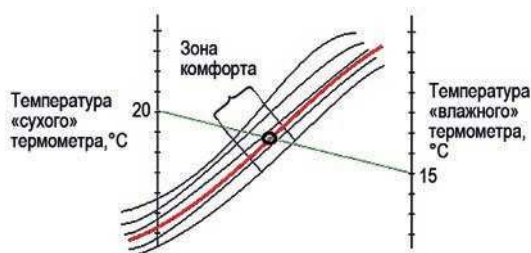


Рис. 13. Номограмма для определения эффективной температуры.

Таблица 1

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С						
Штиль	1	–3	–9	–15	–20	–26	–31
2—4	–1	–6	–12	–17	–23	–28	–34
6—7	–9	–17	–23	–31	–40	–45	–53
10—11	–17	–20	–28	–37	–45	–53	–62
15—16	–20	–23	–34	–40	–51	–59	–67

реальные ощущения температурного режима вы испытаете в зависимости от силы ветра.

Из таблицы видно, что температура воздуха даже при слабом ветре (до 2—4 м/с) будет восприниматься иначе, нежели при штиле. Например, при температуре –9 °С и скорости ветра 6 м/с охлаждение будет таким же, как и при температуре –3 °С и скорости ветра 15 м/с. Степень охлаждения поверхности человеческого тела под влиянием ветра и температуры воздуха без учёта испарения определяется как ветровой индекс охлаждения. Ветровой индекс охлаждения (ВИО) можно рассчитать по формуле

$$\text{ВИО} = (100V + 10,45 - V)(33 - T_v),$$

где V — скорость ветра (м/с), T_v — температура воздуха (°С).

Очевидно, что температура будет восприниматься иначе, если влажность воздуха будет выше. Действительно, сибиряки, гордящиеся своими сибирскими морозами и таким же здоровьем, испытают значительный дискомфорт на побережье Финского залива промозглой петербургской осенью при температуре около 2 °С и ветре, пусть даже и не сильном, со стороны Балтики при влажности воздуха 80—90 %.

При наличии Интернета вы можете определить ветро-холодовой индекс в режиме онлайн (например, <https://www.center-pss.ru/math/vetro-holodovoi-index.htm>).

Какие экстремальные температуры может пережить человек? Для каждого человека существуют свои температурные пределы: кому-то и летом при положительной температуре воздуха холодно. Совсем иначе тело человека воспринимает температуру воды, которая отнимает тепло достаточно быстро. Классическим примером является гибель в апреле 1912 г. лайнера «Титаник», который столкнулся с айсбергом в Северной Атлантике. Первая помощь пришла лишь через 1 ч 50 мин. Никого из людей, оказавшихся в воде, спасти не удалось.

Известно, что организм человека, находящегося в воде, охлаждается, если её температура ниже температуры человеческого тела. Поскольку средняя температура Мирового океана 17,5 °С, самого тёплого — Тихого океана — 19,1 °С, а самого холодного Северного Ледовитого океана — около 0,8 °С, то температурный режим водной среды можно считать агрессивным

по отношению к человеку. Мне вспоминается путешествие в Антарктиду на НЭС «Академик Фёдоров»: тропики, экватор... Тёплые поверхностные воды Мирового океана в тропической зоне имеют температуру 29—30 °С. Представьте себе побережье Чёрного или Средиземного моря с температурой воды 22—24 °С. Кажется, что в такой воде можно барахтаться сколько угодно долго. При температуре 27 °С, по данным медицинских исследований, теплопотери обнажённого человека не являются ограничивающим фактором только в течение первых 24 часов. Следовательно, в подавляющем большинстве случаев время безопасного пребывания людей, оказавшихся в воде, будет ограничено скоростью охлаждения организма. Поскольку теплопроводность воды почти в 26 раз больше, чем воздуха, процесс охлаждения идёт довольно интенсивно. Например, при температуре воды 22 °С человек за 4 мин теряет около 100 калорий, то есть столько же, сколько на воздухе при той же температуре за час. В результате организм непрерывно теряет тепло, и температура тела, постепенно снижаясь, рано или поздно достигнет критического предела, при котором невозможно дальнейшее существование. Уже при температуре воды 24 °С время безопасного пребывания измеряется всего 7—9 часами, при 5—15 °С оно уменьшается вдвое. Температура 2—3 °С оказывается смертельной через 10—15 мин, а при минус 2 °С — не более 5—8 мин. Конечно, скорость охлаждения зависит не только от температуры воды. Важное значение имеют физическое состояние человека и его индивидуальная устойчивость к низким температурам, теплозащитные свойства одежды на нём, толщина подкожно-жирового слоя. Сергей Аркадьевич Кессель, известный полярник, многолетний начальник экспедиций «Север», рассказал мне о том, как на СП-30 (станция Северный полюс-30) он полчаса находился в воде с температурой –1,8 °С, упав в разводье. Долго боролся, выбрался и, по его утверждению, даже насморка не получил! Сей факт подтверждает известный тезис: «Не сдавайся ни при каких обстоятельствах!».

Памятую известный факт о том, что любая одежда оказавшегося в воде согревает, при судовых тренировках по пути следования на судне «Академик Фёдоров» я неизменно вызывал смех, появляясь в тропиках на верхней палубе перед условной посадкой в шлюпку в шерстяном свитере.

Другими словами, если вы случайно в тропиках вывалитесь за борт круизного лайнера, не забудьте надеть свитер.

Какая же температура тела человека является критической (летальной)? Для человека нижняя летальная температура считается равной 32 °С, а верхняя — 43 °С. При этой температуре возникают необратимые нарушения обмена веществ в организме, происходят тяжёлые структурные повреждения клеток. Обычно при переохлаждении тела ниже 34 °С наступает состояние, опасное для жизни человека, при



32 °С возможно возникновение необратимых явлений в организме вплоть до летального исхода (в медицинской литературе можно встретить другие диапазоны минимальной летальной температуры). Могут, однако, наблюдаться отдельные случаи выживания человека после достижения указанных летальных температур, но для этого необходимы исключительные условия. Такие случаи крайне редки, но всё же описаны в литературе.

Почему мы столько внимания уделяем именно восприятию низких температур, а не говорим о высоких? Восприятие температурных раздражений у человека осуществляется терморецепторами. На коже и слизистых оболочках человека холодовых рецепторов в восемь раз больше, чем тепловых, — 250 000 против 30 000. Кроме того, холодовые рецепторы кожи расположены на глубине 0,17 мм, а тепловые — глубже, на глубине 0,3 мм. Именно это расположение рецепторов обуславливает более раннее восприятие человеком холода, чем тепла.

Я даже не знаю, к чему мы, северяне, а Россия северная страна, более устойчивы — к теплу или холоду. Экстремальные температуры, будь то тепло или холод, мы воспринимаем одинаково отрицательно. Очень точно заметил однажды мой товарищ по многочисленным экспедициям в Арктику Михаил Анисимов, когда мы изнывали от изнуряющей жары в нижнем течении реки Яны: «Если ты мёрзнешь — можно надеть дополнительную одежду, если жарко — то снять, кроме кожи, уже больше нечего».

Вопросы для закрепления

1. Что называется эффективной температурой?
2. Как воспринимается температура при разной влажности?
3. Каковы летальные температуры для человека?

НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ДАВЛЕНИЕМ

*Но странно, что и мы, цари природы,
Творенья совершенные богов,
Зависим от превратностей погоды
Не меньше мух, жуков и пауков.
Что столбик атмосферного давленья
Таранит наши мощные тела
И действуют небесные явленья
На наши повседневные дела.
Юрий Левитанский*

Кажущаяся лёгкость воздуха обманчива. В действительности же это относительно плотная газовая среда, имеющая и вес, и объём. Сила, с которой атмосфера давит на поверхность Земли, называется атмосферным давлением. Атмосферный столб от подстилающей поверхности до верхней границы атмосферы оказывает на каждый квадратный сантиметр земной поверхности давление, равное примерно 1,033 кг.

Таким образом, атмосферный столб давит на поверхность Земли размером 1×1 метр с усилием не много ни мало в 10,3 тонны.

Из начального курса географии вы знаете, что масса 1 м^3 сухого воздуха при температуре 0°C на уровне моря составляет 1,293 кг. С подъёмом на высоту воздух постепенно разрежается: его плотность уменьшается, а на высоте нескольких сотен километров от поверхности Земли воздуха уже совсем нет. На высоте 12 км масса 1 м^3 воздуха уменьшается до 319 г, на высоте 25 км — до 43 г, а на высоте 40 км — до всего лишь 4 г.

В каждой точке земной поверхности давление различно, так как она прогревается неравномерно и так же неравномерно охлаждается. При этом изменяются и свойства воздуха над её поверхностью, что приводит к изменению его плотности и веса, а значит, изменяется и атмосферное давление.



Атмосферное давление измеряется барометрами. В метеорологии применяют несколько видов барометров: чашечный ртутный, барометр-анероид и самописец (барограф). На метеостанциях до недавнего времени пользовались чашечным ртутным барометром. Это самый точный прибор для измерения давления, который теперь почти не используется, по крайней мере на регулярных станциях.

Впервые идею создания барометра предложил итальянский учёный, один из основателей естествознания, Галилео Галилей (1564—1642), а осуществил его замысел в 1643 г. его знаменитый ученик Эванджелисто Торричелли (1608—1647).

Имя Торричелли навсегда вошло в историю естественных наук как имя человека, впервые доказавшего существование атмосферного давления. Исходя из представления о том, что мы живём на дне воздушного океана, оказывающего на нас давление, Торричелли совместно с Винченцо Вивiani, другим учеником Галилея, провел эксперимент с запаянной трубкой («трубка Торричелли»), заполненной ртутью. Он погрузил трубку в сосуд с ртутью запаянным концом вверх. Ртуть из трубки вылилась не полностью. Торричелли измерил высоту столбика ртути, оставшейся в трубке, предположив, что его вес уравнивается давлением атмосферы на поверхность ртути в чашке. Пустое пространство в трубке над ртутью получило название «торричеллева пустота». Так был сконструирован первый в мире барометр.

С помощью трубки Торричелли в 1646 г. французский физик и математик Блез Паскаль (1623—1662) доказал существование давления атмосферы. Это было очень важное открытие, потому что до Торричелли и Паскаля никто не знал о существовании атмосферного давления и связи его с погодой.

Французский философ, математик, физик и физиолог Рене Декарт предложил идею измерения атмосферного давления на разной высоте, которая также была реализована Блезом Паскалем в 1648 г.

В 1670 г. английский учёный Роберт Гук разработал шкалу барометра, где низкое давление соответствовало дождю и шторму, а высокое — хорошей и сухой погоде. Такие обозначения мы можем видеть и на современных комнатных барометрах, хотя такой простой зависимости между давлением и погодой не существует — эта связь гораздо сложнее.

В 1665 г. английский физик и химик Роберт Бойль (1627—1691) назвал прибор для измерения давления барометром. Изучая давление воздуха (вместе со своим учеником Ричардом Таунли), он установил закон, который сейчас известен каждому школьнику: «Для заданной массы газа, находящейся при постоянной температуре, произведение давления газа на его объём есть постоянная величина». Через 14 лет вышло сочинение аббата Мариотта (1620—1684) «Опыт о природе воздуха», в котором он независимо от Бойля описал аналогичные опыты. История присоединила его имя к имени Бойля, и теперь мы знаем закон Бойля — Мариотта, а имя Таунли оказалось забытым. Кроме открытия закона сжатия газов — зависимости давления газа от занимаемого им объёма, Бойль показал, что тёплая вода закипает при разрежении окружающего её воздуха, сделав первый шаг на пути установления закономерности: температура кипения воды зависит от давления воздуха и водяного пара на её поверхности. Все без исключения альпинисты



сталкиваются с этой закономерностью, но мало, кто знает, как она была установлена. Вспоминается экспедиция в горный район республики Тыва. После длительного подъёма и установки лагеря на высоте около 1000 м мы два часа варили макароны (которые, по-моему, мы так и не доварили)!

Во второй половине XVII века английский физик Роберт Гук усовершенствовал ртутный барометр со стрелочной шкалой.

Каков же принцип работы барометра? В чашечном ртутном барометре атмосферный воздух давит на ртуть в чашке и поднимает её в пустую трубку. Чем больше давление, тем выше поднимается ртуть по трубке. Высота ртути, выраженная в миллиметрах, является единицей измерения давления. На уровне моря на широте 45° при температуре воздуха 0°C столбик ртути доходит до отметки 760 мм ртутного столба. Это значение принято считать нормальным давлением. В барометре-анероиде (рис. 14) и барографе приёмником давления служит одна или несколько пустотелых коробок, из которых выкачан (удалён) воздух. При изменении давления коробка деформируется, и эти изменения через систему рычагов передаются на стрелку, перемещающуюся по шкале. Шкала в барометре-анероиде градуируется по ртутному барометру.



Рис. 14. Барометр-анероид.



Рис. 15. Барограф.

Шкала в барометре-анероиде выражена в миллиметрах ртутного столба, и отсчёт давления производится с точностью до 0,5 мм рт. ст. Перед отсчётом необходимо слегка постучать по стеклу прибора, чтобы его стрелка преодолела трение оси прибора.

Каждый барометр-анероид для корректировки точности прибора снабжён термометром для измерения температуры самого прибора. Термометр при барометре называют иногда термометр-атташе (см. рис. 14).

Международной единицей измерения давления является паскаль (Па). Для удобства обычно используются гектопаскалы ($1\text{ гПа} = 100\text{ Па} = 0,75\text{ мм рт. ст.}$). Нормальное давление 760 мм рт. ст. равно 1013 гПа. Использование единицы миллиметры ртутного столба в нашей стране не рекомендуется, но допускается, поэтому именно эти, привычные для нас единицы мы слышим в прогнозах погоды для населения. Для чтения синоптических карт, карт давления, можно использовать таблицы перевода гектопаскалей в мм рт. ст. (табл. 2).

Таблица 2

мм рт. ст.	гПа	мм рт. ст.	гПа	мм рт. ст.	гПа
730	973	741	988	751	1001
731	975	742	989	752	1003
732	976	743	991	753	1004
733	977	744	992	754	1005
734	979	745	993	755	1007
735	980	746	995	756	1008
736	981	747	996	757	1009
737	983	748	997	758	1011
738	984	749	998	759	1012
739	985	750	1000	760	1013
740	987				

Для непрерывной записи колебаний атмосферного давления применяют барограф (рис. 15). Барограф состоит из приёмной части, которая соединена с пером системой рычагов, и барабана с лентой, вращаемого часовым механизмом. В зависимости от скорости вращения барабана различают суточный и недельный барографы.

Барограф устанавливается в помещении метеостанции, а термограф и гигрограф — в метеорологических будках (рис. 16). Все стрелочные приборы и приборы-самописцы устанавливаются на твёрдой горизонтальной поверхности вдали от отопительных приборов и вне действия прямых солнечных лучей.

В Санкт-Петербурге, в районе Невского проспекта, на Малой Конюшенной улице в метеорологическом павильоне (рис. 17), являющимся историческим памятником, восстановленным в 1997 г., установлен анероидный



Рис. 16. Приборы-самописцы в метеорологической будке.



Рис. 17. Метеорологический павильон в Санкт-Петербурге.

Фото автора.

барограф (рис. 15). приёмная часть этого барографа состоит из нескольких коробок, объединенных в вертикальный столбик. Деформация анероидного столбика через систему рычагов передается на перо самописца.

Вопросы для закрепления

1. Чьё изобретение легло в основу современного барометра?
2. Что такое «торричелева пустота»?
3. Каков принцип работы барометра?
4. В каких единицах измеряется давление?
5. Как называется прибор для непрерывной регистрации давления?



ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРА

*Ветер, ветер! Ты могуч,
Ты гоняешь стаи туч,
Ты волнуешь сине море,
Всюду веешь на просторе.*

А.С. Пушкин

Если приглядеться, практически над любым городом можно увидеть флюгеры. Форму они имеют самую разную. Самый первый флюгер в виде золотого кораблика, ставшего символом Санкт-Петербурга, был установлен в 1711 г. на самой вершине шпиля Адмиралтейства на высоте 72,5 метра. По мнению историков, контуры корабля очень напоминают самое первое судно, которое вошло в Неву.

Другая достопримечательность города — золотой ангел на шпиле Петропавловского собора, который является покровителем Санкт-Петербурга. Многие фигуру ангела считают просто украшением Петропавловского собора, а на самом деле это флюгер.

Пожалуй, наиболее часто в качестве флюгера используется фигура петушка. Этот обычай зародился в Европе в IX веке, когда по указу Папы Римского шпиль каждой церкви должна была венчать фигура петуха. По преданию, это символ апостола Петра, который отрёкся от Христа дважды, прежде чем прокричал петух. По другой версии, петух на шпиле церкви служил напоминанием о том, что «церковь бдит над душами верующих».

Однако флюгер — это не просто фигурка на шпиле. Он показывает нам направление ветра.

Кто из нас не знает, что такое ветер? Может, не все помнят его определение из учебника: «ветром называется горизонтальное движение воздуха относительно земной поверхности». Кто-то вспомнит ласковый морской бриз, кто-то «сквозняки» между домами в спальных районах городов, кто-то пронизывающий холодный южак¹, а кто-то сухой ветер степей.

¹ Южак — сильный юго-восточный арктический ветер, по своей природе очень похожий на новороссийскую и новоземельскую бору. Он вместе с этими ветрами относится к так называемым подветренным бурям (англ. downslope windstorms) и имеет схожий с ними механизм возникновения. Южак периодически возникает на берегу Восточно-Сибирского моря в Певеке.

Мне вспоминается первая ночь в Антарктиде на российской станции Прогресс в июне 1979 г. Первая ночь выдалась штормовой, и поспать толком мне не удалось. Под ударами ветра домик ходил ходуном, металлические ленты-стяжки барабанили по до-мику так, как будто ты помещён внутри гигантского барабана. Это было невыносимо! Стёкла дрожали ледяным звоном, как будто норовили вылететь из оконных блоков. К тому же накануне я прочитал отчёты о Первой советской (Первой комплексной) антарктической экспедиции: люди действительно не знали, какие условия их ожидают, хотя и осознавали степень опасности. Поэтому старались предвидеть трудности, с которыми они могут столкнуться. Например, полагая, что стоковые ветры (ветры, стекающие с ледника) в Антарктиде могут достигать ураганной силы, для домиков были изготовлены стёкла толщиной 5 см. Лучше бы я это не читал, потому что в моём домике были установлены обычные стёкла, которые дрожали и, как мне казалось, даже прогибались под напором ветра. Когда я задремал на некоторое время, мне тут же приснилось, как со звоном вылетают стёкла и домик моментально забивается снегом. Я проснулся от ужаса, и забыться коротким сном мне удалось только после того, как я вышел на улицу и при сильнейшем ветре закрепил всё, что дребезжало. Лёг я в одежде, положив штормовой костюм под голову.

Действительно, самые сильные ветры дуют на побережье Антарктиды. В долинах Мак-Мёрдо была зафиксирована скорость ветра 320 км/ч, что превышает скорость ураганных ветров в два раза. Норвежский путешественник Руаль Амундсен назвал климат Антарктиды «худшим во всём мире», и причина тому — так называемые стоковые (катабатические) ветры. Скорость этих ветров, которые как бы скатываются с поверхности ледникового антарктического щита в сторону побережья, по пути увеличивается, и на побережье они достигают ураганной силы. Отсюда и название — катабатический ветер (от греч. *Κατάβασις* (катабатик) — спуск).

Силу и мощь антарктического ветра описали многие полярные исследователи. Австралийский полярный исследователь Дуглас Моусон в своей книге «Родина снежных бурь», вспоминая о зимовке на мысе Денисон в 1911—1914 гг., писал, что Антарктида давала передышку всего лишь в два-три дня, чтобы опять обрушиться ураганным ветром. Участник английской экспедиции Роберта Скотта Эспли Черри-Гаррард сравнил антарктические выюги с истерикой, в которой бьётся весь мир.

Свои воспоминания о снежных бурях оставили и советские полярники. Алексей Фёдорович Трёшников в своей книге «Закованный в лёд» описывает ураган, разразившийся во время Второй советской антарктической экспедиции:

«Особенно сильный ураган разразился в ночь с 14 на 15 августа (1957 г. — *Прим. автора*). Ветер стал шквалистым — то затихнет на несколько минут, то задует, сбивая с ног. Почти на уровне земли несутся клубы облаков, из которых идёт мелкий снег. Солнце село. Мы обратили внимание,

что огни стали какого-то загадочного зелёного цвета, а не желтоватого, как обычно. Незанесённые прямоугольники окон в домах на скалах светились также зелёным светом. Вероятно, такое странное освещение было сочетанием цветов вечерней зари и низких клубящихся облаков, каждое мгновение меняющих свою плотность. Временами в зените были видны зелёные мерцающие звезды. Ветер на несколько минут изменил направление с обычного юго-восточного на необычное северо-восточное. Придя домой, мы обратили внимание на странное поведение суточного барографа: его стрелка на глазах пошла резко вниз, затем вверх и снова вниз. <...> В 18 часов задул огромной силы ветер, это чувствовалось по тому, как задрожал наш полузанесённый снегом дом. Стены его бомбардировались снежными комьями, какими-то твёрдыми предметами. На крыше дома порывом ветра снесло флюгарку. <...> Позвонили с метеорологической станции и сообщили, что отдельные порывы ветра достигали более 45 метров в секунду. В эту ночь невозможно было спать от рёва и грохота ветра».

Для обозначения направления ветра указывают либо румб, либо угол, который образует ветер с меридианом. При этом север принимается за 360 или 0°, восток — за 90°, юг — за 180°, запад — за 270°. В метеорологии принято разделять окружность горизонта на 16 румбов, т. е. через 22,5°. Основными называют направления на север (С, N), юг (Ю, S), восток (В, E), запад (З, W). Названия 12 других румбов являются комбинациями названий главных румбов, например северо-восток (СВ), северо-северо-восток (ССВ), юго-юго-запад (ЮЮЗ). За направление ветра принимается то направление, откуда он дует.

На европейском севере России у поморов местами до сих пор употребляются древнерусские названия румбов и ветра. Северный ветер зовётся «сиверко», северо-восточный — «полуношник», восточный — «всток», юго-восточный — «обедник», южный — «летник, лето», юго-западный — «шалонник», западный — «запад». Промежуточный ветер — «стрик». У Н.В. Пинегина, спутника Г.Я. Седова, читаем: «... Его молодое, в добродушных красках расписанное лицо делается серьёзным, как дело дойдёт до предсказаний погоды. Он поднимает вверх корявый матросский палец и голосом старого морского волка, нарочито грубым, с силлотой, провозглашает: «То ж шалонник скрозь летник на обедник свернулся. Ну и пылит. Шалонник — шалонник и есть. Шалун, как бы сказать, али баловник!». (Пинегин, 1933).

На метеорологических станциях скорость ветра определяется с помощью станционных приборов — флюгера, анемометра, анеморумбометра.

Самый простой способ определения силы ветра — по флюгеру, который состоит из флюгарки и креста румбов. В верхней части прибора (рис. 18) закреплена металлическая пластина (доска), которая отклоняется при усилении ветра. По степени отклонения пластины и определяется скорость ветра. Для



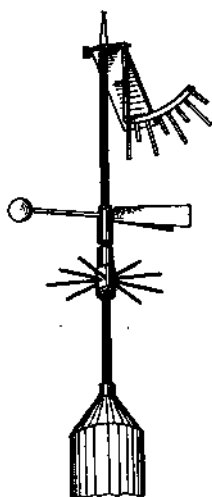


Рис. 18. Флюгер Вильда.

отсчёта скорости ветра необходимо наблюдать колебания доски в течение двух минут и заметить номер штифта дуги, около которого наблюдалось среднее положение доски за это время. Одновременно отмечается и самое большое отклонение доски. Номер штифтов считают снизу вверх от 0 до 7. Штифт 0 совпадает с плоскостью доски при её отвесном положении (при штиле); короткие штифты имеют нечётные номера, длинные — чётные.

Скорость ветра оценивается в зависимости от положения доски флюгера согласно табл. 3.

Таблица 3

Качание доски флюгера (положение у штифта)	Скорость ветра, м/с		Качание доски флюгера (положение у штифта)	Скорость ветра, м/с	
	Лёгкая доска	Тяжёлая доска		Лёгкая доска	Тяжёлая доска
Около 0	0	0	Около 4	8	16
Между 0 и 1	1	2	Между 4 и 5	9	18
Около 1	2	4	Около 5	10	21
Между 1 и 2	3	6	Между 5 и 6	12	24
Около 2	4	8	Около 6	14	18
Между 2 и 3	5	10	Между 6 и 7	17	34
Около 3	6	12	Около 7	20	40
Между 3 и 4	7	14	Выше 7	>20	>40

Если, например, доска в течение двух минут колебалась между штифтами 3 и 6 и среднее её положение было между штифтами 4 и 5, то в книжку погоды записывается 4—5/9, а в строке «максимальный порыв»: 6/14 (м/с — *Прим. автора*).

На современных станциях флюгером не пользуются. На мачте устанавливается анеморумбометр (анеморумбограф), а показания выводятся на электронное табло в помещении метеостанции.

Более точным прибором для определения скорости ветра является чашечный анемометр (анемометр Фусса¹) (рис. 19). Портативный ручной анемометр состоит из приёмной части, роль которой выполняют несколько чашек-полушарий, закрепленных на оси. Нижний конец оси соединён со счётчиком оборотов. Измерения сводятся к определению числа оборотов чашек за определённый промежуток времени. Для этого в приборе имеются счётчики десятков (большой циферблат), сотен и тысяч (два маленьких). Перед началом наблюдений определяются начальные показания прибора. Данные записываются в журнал. Прибор включают, поднимая фиксатор вверх. Через 10 минут прибор выключается, а результат фиксируется в том же журнале. По разнице отсчётов и специальным таблицам определяется скорость ветра в м/с. Для исключения влияния подстилающей поверхности, прибор устанавливают на высоте 2 м над подстилающей поверхностью. Для включения прибора на такой высоте предусмотрены два кольца, через которые продевается шнур, который крепится к фиксатору.

В походных условиях для определения скорости ветра применяется (так же как и МС-13 Фусса) ручной анемометр АРИ-49 (рис. 20). В отличие от чашечного анемометра, анемометр АРИ-49 позволяет напрямую считывать показания прибора и точно измерять скорость ветра до 30 м/с.

При скорости ветра, равной 5—8 м/с он считается умеренным, выше 14 м/с — сильным, выше 20—25 м/с — штормовым, а выше 30—35 м/с — ураганом. Резкие кратковременные усиления ветра до 20 м/с и выше называются шквалами.

Анемометр, соединённый с флюгаркой для определения направления ветра, называется анеморумбометром (рис. 21).



Рис. 19. Анемометр чашечный.



Рис. 20. Анемометр АРИ-49.



Рис. 21. Анеморумбометр М63М-1.

¹ Фусс Николай Иванович (1755—1825), математик, академик Петербургской академии наук (1783). Ему принадлежат труды по геометрии, астрономии, математическому анализу, механике, геодезии. Автор многих учебников.

При отсутствии приборов для определения силы ветра можно пользоваться визуальной оценкой, основанной на воздействии ветра на водную поверхность или на наземные предметы (деревья, здания), — так называемой шкалой Бофорта¹ (табл. 3). Шкала Бофорта (баллы) использовалась ранее при судовых наблюдениях. Нуль означает штиль, 4 балла — умеренный ветер, 6 — сильный ветер, 10 — шторм (буря), 12 — ураган. Эмпирическим (опытным) путем найдены эквиваленты в м/с (табл. 4).

Таблица 4

Балл	м/с	Балл	м/с
0	0–0,2	7	13,9–17,1
1	0,3–1,5	8	17,2–20,7
2	1,6–3,3	9	20,8–24,4
3	3,4–5,4	10	24,4–28,4
4	5,5–7,9	11	28,5–32,6
5	8,0–10,7	12	32,7 и более
6	10,8–13,8		

По внешним признакам можно определить силу ветра достаточно точно (табл. 5).

Таблица 5

Внешние признаки	Скорость ветра, м/с	Сила ветра, баллы	Название ветра
Дым поднимается почти отвесно, листья деревьев неподвижны или слегка покачиваются. Почти не обнаруживается движение воздуха и по внешнему ощущению	0–2	0–1	Штиль или тихий ветер
Листья и тонкие ветви деревьев постоянно колеблются, развеваются лёгкие флаги, дым поднимается наклонно	3–6	2–3	Слабый ветер
Качаются тонкие стволы деревьев, вытягиваются флаги	7–10	4–5	Умеренный ветер
Качаются толстые ветки и стволы деревьев, гудят телеграфные провода, движение против ветра затруднительно	12–17	6–7	Сильный ветер
Высокие деревья сильно раскачиваются и значительно наклоняются по ветру, ломаются отдельные ветви, идти против ветра трудно	18–23	8–9	Шторм
Повреждаются отдельные постройки, кровля на домах, падают слабо укрепленные заборы, ломаются ветви и отдельные деревья	24–32	10–11	Сильный шторм (буря)
Наблюдаются значительные разрушения	33 и более	12	Ураган

¹ Бофорт Френсис — британский адмирал, военный гидрограф, с 1829 по 1855 г. руководитель гидрографической службы Великобритании. В 1805 г. разработал 12-балльную шкалу оценки скорости ветра.

15 июня отмечается Всемирный день ветра. В этот день организаторы праздника — «Wind Europe» и Глобальный совет по ветроэнергетике — напоминают, что сила ветра — это один из перспективных источников мировой энергии.

Вопросы для закрепления

1. С помощью какого устройства определяют направление ветра?
2. Какими приборами измеряют скорость ветра?
3. В каких единицах измеряется скорость ветра?
4. Каким инструментом определяют скорость ветра в полевых условиях?
5. Чьим именем названа шкала для определения силы ветра?

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ВЛАЖНОСТЬЮ ВОЗДУХА

Как известно, атмосферный воздух, кроме газов, содержит и водяной пар. Количество водяного пара определяет, насколько влажным является воздух. При одной и той же температуре воздуха содержание водяного пара в нём может колебаться в широких пределах: от максимально возможного (полное насыщение) до нуля (абсолютно сухой воздух). Масса водяного пара, содержащегося в единице объёма воздуха (г/м³), называется абсолютной влажностью. Чем выше температура воздуха, тем больше водяного пара он может содержать, и, следовательно, тем выше его возможная абсолютная влажность. Например, при нулевой температуре один кубический метр воздуха может содержать 5 г водяного пара, при 20 °С — 17 г, а при 30 °С — 30 г. Но при температуре минус 10 °С — уже всего 2 г.

Относительная влажность характеризует степень насыщения воздуха водяным паром, т. е. фактическое количество водяного пара в воздухе от максимально возможного при данной температуре. Выражается относительная влажность в процентах (от 0 до 100 %), например: 100 % — полное насыщение (при тумане или во время дождя), 50 % насыщение наполовину и т. д. Относительная влажность, таким образом, характеризует содержание в воздухе водяного пара, которое в зависимости от температуры воздуха может быть значительным и при небольшой относительной влажности (например, в жару) и очень малым при высокой относительной влажности (например, в сильные морозы).

Оптимальной относительной влажностью воздуха является влажность 40—45 % при температуре 22—25 °С. Уровень влажности воздуха отражается на самочувствии даже тренированных людей. Высокая влажность в сочетании с высокой температурой создаёт трудно переносимую духоту.

В метеорологии наиболее распространёнными методами измерения влажности воздуха являются гигрометрический и психометрический, а приборами соответственно — гигрометр и психрометр.



В качестве приёмника влажности в волосяных гигрометрах (рис. 22) служит обработанный, обезжиренный человеческий волос или плёнка животного происхождения (в плёночных гигрометрах).

В 1660 г. во Флорентийской академии был создан прибор для измерения влажности. В 1783 г. это прибор

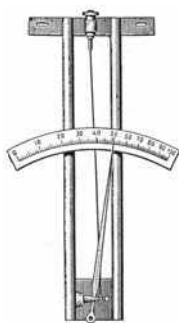


Рис. 22. Волосяной гигрометр.

был усовершенствован швейцарским геологом, ботаником и альпинистом Орасом Бенедиктом де Соссюром, использовавшим обезжиренный волос животных (по некоторым сведениям, человеческий волос). В основу прибора положена способность тел адсорбировать (поглощать) водяной пар из воздуха и в результате этого деформироваться (сжиматься или растягиваться).

Кстати, Орас Бенедикт де Соссюр был одним из первых, кто поднялся на Монблан с исследовательскими целями, определив, что именно эта вершина является высочайшей в Европе.

Гигрометр (рис. 23) состоит из рамки со шкалой и волоса, верхний конец которого закреплён на рамке, а нижний крепится на кулачке со стрелкой. Натяжение волоса создаётся грузиком. При увеличении влажности воздуха волос растягивается, а при уменьшении — укорачивается, при этом стрелка под действием грузика перемещается относительно шкалы.

Волосяные гигрометры показывают относительную влажность воздуха непосредственно в процентах. Точность прибора составляет ± 5 — 10 %. Гигрометр рассчитан на работу при температуре от -50 до $+55$ °C. Он уста-

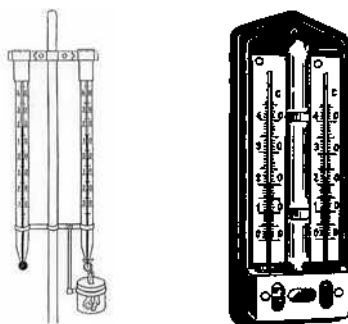


Рис. 23. Психрометр лабораторный (слева) и психрометр Августа¹ (справа).

¹ Август Эрнст Фердинанд (1795—1870) — немецкий физик и изобретатель. Им предложена формула для определения точки росы, упругости и плотности водяного пара в воздухе. Изобретатель психрометра (1828).

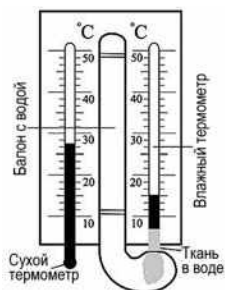


Рис. 24. Устройство психрометра.

навливается в психрометрической будке вертикально и требует бережного к себе отношения в силу непрочности волоса прибора.

Психрометр состоит из пары термометров, укрепленных вертикально на специальном штативе (рис. 23, 24). Смачивание термометра (как правило, правого) достигается с помощью тканного (батистового) лоскута, которым обвязывают резервуар таким образом, что его свободный конец погружен в стаканчик с чистой дистиллированной водой. Такой термометр называется смоченным. Другой термометр называют сухим. Вследствие испарения с поверхности батиста, температура смоченного термометра будет всегда ниже температуры сухого термометра, показывающего температуру воздуха. Чем больше разность показаний сухого и смоченного термометров, тем меньше влажность воздуха. В сухом воздухе разность значений температуры пары термометров будет самой большой, а при относительной влажности 100 % значения температуры будут одинаковыми.

По данным обоих термометров (рис. 25) и специальным психрометрическим таблицам (табл. 6) определяют относительную влажность.

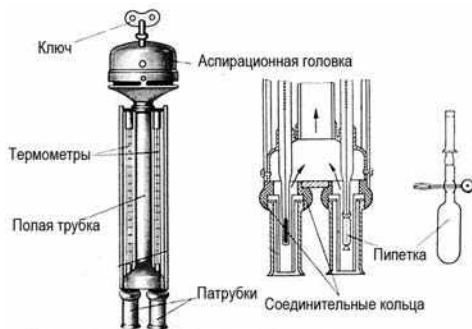


Рис. 25. Аспирационный психрометр Ассмана.

¹ Рихард Адольф Ассман (1845—1918) — немецкий метеоролог, директор Воздухо-плавательной обсерватории Королевского метеорологического института в Берлине, доцент Берлинского университета, с 1905 по 1914 год директор Прусской Королевской обсерватории в Линденберге, считается одним из первооткрывателей стратосферы, изобретатель психрометра.

**Психрометрическая таблица определения относительной влажности
по разности показаний сухого и смоченного термометров**

Показания сухого термометра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометра, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Вместо стационарного психрометра в полевых условиях используют аспирационный психрометр (рис. 25). Этот прибор снабжён всасывающим аспирационным¹ устройством (вентилятором), которое позволяет создавать вокруг резервуаров термометров ток воздуха с постоянной скоростью 2 м/с. Вентилятор работает от заводной пружины. Благодаря металлической никелированной оправе аспирационный психрометр не нуждается в защите от солнечных лучей и осадков и может использоваться для измерений в любом месте.

Для измерений психрометр устанавливается на столбе (дереве) с помощью специального крюка так, чтобы резервуары термометров находились на высоте 2 метра над поверхностью Земли. Зимой психрометр устанавливают за 30 мин до начала измерений, а летом — за 15 мин. В некоторых случаях психрометр может располагаться горизонтально и на другой высоте. Перед началом наблюдений батист термометра смачивают специальной пипеткой, заводят пружинный механизм аспиратора и психрометр устанавливают на место. По истечении 4—5 минут снимают показания по сухому и смоченному термометрам, сначала десятые доли, затем целые градусы. Зимой психрометр подобного типа не используется.

Для непрерывной автоматической регистрации относительной влажности воздуха используют гигрограф (рис. 26). Это самопишущий прибор, чувствительным элементом которого является пучок волос, который закреплён



¹ Аспирация — вентиляция.

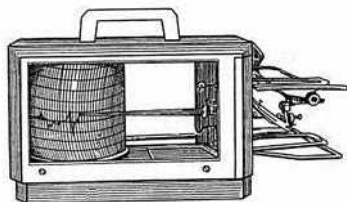


Рис. 26. Гигрограф.

на кронштейне. Середина пучка надета на крючок, который с помощью специального устройства связан со стрелкой. Натяжение пучка волос создается грузиком. Изменение длины пучка волос при изменении относительной влажности воздуха передаётся на стрелку с закреплённым на её конце пером, заполняемым чернилами. Ленточный барабан снабжён часовым механизмом, который его вращает. Часовые механизмы бывают суточными и недельными, то есть вращаются с разной скоростью, заставляя сделать полный оборот барабана за указанное время.

Вопросы для закрепления

1. Что такое относительная влажность?
2. Что такое оптимальная влажность?
3. Какими приборами определяется влажность воздуха?
4. Объясните принцип работы аспирационного психрометра.
5. Определите относительную влажность воздуха, если показания сухого термометра составляют 18°C , а влажного 15°C .

ИЗМЕРЕНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ

*Слепому гневу солнечной короны
Подвластны наши ливни и ветра.
А к ливню ломит кости у вороны.
И оттого орёт она с утра.*

Юрий Левитанский

Осадки — один из элементов погоды, который, наряду с температурой, является главным мерилем погоды. Выглядывая в окно, мы обязательно оценим — есть ли осадки, или нет их!

Осадками (гидрометеорами) называют воду в жидком и твёрдом состоянии, выпадающую из облаков или осаждающуюся из воздуха на поверхность Земли и на предметы. Из облаков осадки выпадают в виде дождя, мороси, снега, мокрого снега, снежной и ледяной крупы, снежных зёрен, града, ледяного дождя и ледяных игл. Непосредственно из воздуха выделяются роса, иней, изморозь.

Осадки — величина измеряемая; их количество выражают в миллиметрах слоя воды, который образовался бы от выпадения осадков, если бы они не испарились, не просачивались в почву и не стекали.

Для измерения твёрдых и жидких осадков служит дождемер (осадкомер¹⁾) (рис. 27). Он состоит из дождемерного ведра, которое устанавливается в специальной конусообразной защите из 15 трапециевидных изогнутых по определённому профилю лёгких металлических планок, предохраняющих от выдувания осадков. Дождемерное ведро — приёмная часть дождемера и осадкомера — представляет собой металлический цилиндр стандартного сечения (500 см² для дождемера и 200 см² для осадкомера).



Осадкомер устанавливается таким образом, чтобы верхний край ведра находился на высоте 2 метра над подстилающей поверхностью. Для удобства измерений рядом со столбом устанавливают лесенку.

Для проведения измерений необходимо второе ведро, которым при снятии показаний заменяет первое, и измерительный стакан (рис. 28).

¹ Вариант дождемера с планочной защитой, предложенный Третьяковым (осадкомер Третьякова).

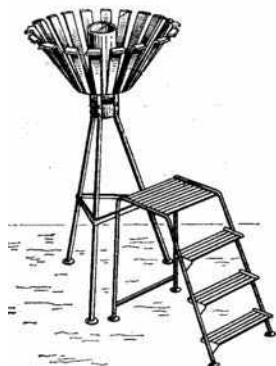


Рис. 27. Осадкомер Третьякова.



Рис. 28. Измерительный стакан.

Измерение осадков проводят ежедневно в одно и то же время. Попавшие в ведро осадки сливают в измерительный стакан, который отградуирован в условных делениях. Уменьшая показания в десять раз, мы узнаем количество выпавших осадков в миллиметрах. Зимой при измерении твёрдых осадков ожидают их таяния прямо в ведре. Если, например, уровень воды в измерительном стакане оказался против 35 деления, значит количество осадков равно 3,5 мм. К измеренному количеству осадков всегда добавляется поправка на смачивание ведра. При дожде к показаниям добавляется 0,2, при снеге или снежной крупе и граде — 0,1.

Для того чтобы получить представление о количестве выпавших осадков, пересчитаем 1 мм воды в объёмные и весовые единицы. Слой воды в 1 мм означает, что количество осадков, выпавших на каждый квадратный метр поверхности Земли, составляет 1 литр. В пересчете на один гектар (10 тыс. м²) это составит 10 т, или 10 м³ жидкости. Такое количество осадков считается незначительным. Существенными осадки считаются, если их количество превышает 5 мм.

В полевых условиях в качестве осадкомера можно использовать любой сосуд одинакового сечения высотой 15—20 см и диаметром не более 10 см.

Ежедневные наблюдения за снежным покровом производятся в срок, ближайший к 8 ч поясного декретного времени, в соответствии с порядком производства наблюдений на станции. Степень покрытия окрестностей станции снежным покровом оценивается в баллах по 10-балльной шкале (0,1 часть видимой окрестности принимается равной 1 баллу). Если снегом покрыта вся видимая окрестность, то степень покрытия равна 10 баллам; если покрыто около 0,3 всей видимой окрестности, то степень покрытия равна 3 баллам; если наблюдаются отдельные пятна снега, покрывающие менее 0,1 видимой окрестности, то степень покрытия оценивает-



Характеристика структуры снега

Структура снега	Код	Структура снега	Код
Свежий снег пылевидный	0	Старый снег влажный	5
Свежий снег пушистый	1	Снежная корка, не связанная со снегом	6
Свежий снег липкий	2	Плотный снег с коркой на поверхности	7
Свежий снег рассыпчатый	3	Влажный снег с коркой на поверхности	8
Свежий снег плотный	4	Переувлажнённый (мокрый) снег	9

ся в 0 баллов. При определении структуры снега различают: снег свежий (пылевидный, пушистый, липкий); старый (рассыпчатый, плотный, влажный); наст (снежная корка, под настом снег плотный или влажный); снег, насыщенный водой. Структура снега определяется в соответствии с табл. 7.

При степени покрытия окрестностей снегом ≥ 6 баллов определяется характер залегания снежного покрова по наличию сугробов (без сугробов — равномерный, небольшие сугробы — неравномерный, большие сугробы — очень неравномерный).

Наблюдения за снежным покровом на метеостанциях сводятся к определению высоты снежного покрова по снегомерной рейке. Рейка окрашена в белый цвет и отградуирована как обычная линейка. Высота рейки — 1 м. Рейка устанавливается таким образом, чтобы нулевое деление находилось у самой поверхности Земли. Наблюдения за высотой снежного покрова проводятся ежедневно в утренний срок. Чтобы не нарушить снежный покров, отсчёт по рейке проводят с расстояния не менее двух метров и всегда с одного и того же места.

Под запасами воды в снеге подразумевается толщина слоя воды в миллиметрах, которая получится после его таяния. Для определения запасов воды в снеге надо определить его высоту и плотность, то есть вес 1 см^3 . Свежевыпавший сухой снег имеет плотность около $0,1 \text{ г/см}^3$, уплотнившийся сухой снег — $0,2 — 0,4 \text{ г/см}^3$; сильно уплотнённый (ноги не проваливаются), старый слежавшийся сухой снег — $0,5 \text{ г/см}^3$; влажный плотный снег — $0,6 \text{ г/см}^3$; а мокрый (пропитанный водой) — $0,7 \text{ г/см}^3$.

Для измерения плотности снежного покрова при снегомерных съёмках на гидрометеорологических постах и станциях служит специальный инструмент — снегомер-плотномер (рис. 29).

Снегомер состоит из снегозаборника, весов и лопатки (12). Снегозаборник выполнен в виде металлического цилиндра 9, который с одного конца закрывается крышкой 11, а с другого оканчивается кольцевым утолщением с пилообразной режущей кромкой 8. Вдоль цилиндра нанесена шкала от 0 до 55 см. На цилиндре находится подвижное кольцо с дужкой для подвешивания к весам 6. Весы снегомера состоят из металлической линейки 1, которая двумя осями



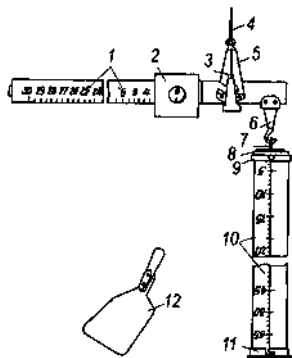


Рис. 29. Снегомер ВС-43.

Условные обозначения см. в тексте.

в виде призм (3 и 4), делится на два неравных плеча. Ось, расположенная под стрелкой и обращенная остриём вниз, опирается на подушку кронштейна 7, который за кольцо 4 удерживается наблюдателем.

Для уравнивания весов служит передвижной груз 2, скользящий по линейке весов и фиксирующийся в определённом месте пластинчатой пружины. На линейке нанесены деления; каждое пятое деление обозначено цифрами от 1 до 30. Цена деления 5 г.

Для отсчёта делений в грузе сделан вырез, на скошенном крае которого нанесена риска. Весы с подвешенной пустой трубой находятся в равновесии, когда риска в окне груза совпадает с нулевым делением шкалы. Положения равновесия определяют по совпадению стрелки с рисккой, нанесённой на кронштейне.

Последовательность действий при определении плотности снега снегомером ВС-43 следующая. Основной частью снегомера является полый цилиндр с площадью сечения 50 см^2 с пилообразным краем, который при измерении погружают отвесно в снег до соприкосновения с подстилающей поверхностью. Затем вырезанный столбик снега вынимают вместе с цилиндром, после чего взятую пробу снега взвешивают на весах, входящих в состав прибора. Объём пробы снежного покрова определяется перемножением площади поперечного сечения трубы снегомера и высоты вырезанного столбика снега. Путём деления массы пробы снега на её объём получают искомую плотность снега (детали см. ниже).

При взвешивании вырезанной цилиндром пробы снега груз передвигают по линейке до тех пор, пока не установится положение равновесия весов. После этого отсчитывают соответствующее деление шкалы.

Снегомерные съёмки необходимо начинать утром и завершить в течение одного дня, так как за ночь может выпасть снег или, наоборот, он может подтаять, и тогда полученные данные будут искажены.



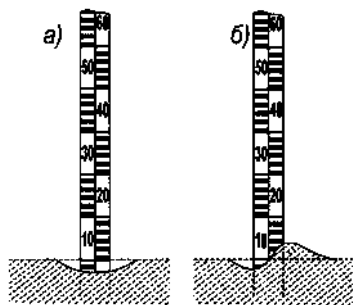


Рис. 30. Приёмы определения высоты снежного покрова.

Наблюдения производят вдоль намеченной линии промеров через примерно одинаковое расстояние в зависимости от площади территории съёмки (20—30 метров), а определение плотности снега — через 200 м. Всего за маршрутную съёмку должно быть сделано такое количество определений плотности снега, которое соответствует площади наблюдения. При измерении высоты снежного покрова рейку втыкают в снег вертикально, причём она не должна входить в землю, а лишь касаться поверхности почвы. Отсчёт высоты снежного покрова делают с точностью до 1 см (рис. 30).

Плотность снега определяют следующим образом. За 30 минут до начала наблюдений снегомер выносят из помещения, чтобы он принял температуру наружного воздуха; в противном случае снег будет прилипать к стенкам цилиндра. Проверив нуль весов, погружают цилиндр отвесно в снег, слегка надавливая на него. При высоте снежного покрова менее 60 см снег прорезают до поверхности земли. Затем отсчитывают высоту снежного покрова по шкале цилиндра с точностью до 1 см, отгребают лопаточкой снег с одной стороны и, подводя лопаточку под нижний конец цилиндра, поднимают его вместе с лопаткой. Поднятый цилиндр поворачивают нижним концом вверх, очищают от приставшего снаружи снега, подвешивают к весам, приводят их в равновесие и делают отсчёт по линейке весов, держа её на уровне глаз. Если высота снежного покрова превышает высоту цилиндра, то вся высота вычисляется не в один, а в несколько приёмов. При взятии каждой пробы в дневник записываются отсчёт по шкале цилиндра снегомера (h) и отсчёт по линейке весов (m). Каждое деление на линейке весов составляет 5 г. Значение плотности снега (d) определяют по формуле путём деления массы пробы ($5 \times \text{вес}$) на её объём, который равен произведению площади поперечного сечения цилиндра снегомера (50 см^2) на высоту взятой пробы h см:

$$d = (5m/50h) = (m/10h) \text{ г/см}^3.$$

Например, если высота пробы снега $h = 24$ см и число делений по линейке весов $m = 43$ плотность снега составит: $d = (43 : 24 \cdot 10) = 0,187 \text{ г/см}^3$, или примерно $0,19 \text{ г/см}^3$. Среднюю высоту снега на изучаемом участке и среднюю



плотность его получаем как среднее арифметическое из всех проб. Зная среднюю плотность ($d_{\text{ср}}$) и среднюю высоту ($h_{\text{ср}}$) снежного покрова, получаем запас воды в снеге, который равен $10h_{\text{ср}} \cdot d_{\text{ср}}$. Средняя высота берётся в сантиметрах и потому умножается на 10, чтобы запас воды в снеге получить в миллиметрах. Если высота снежного покрова меньше 5 см, то пробы на плотность не берутся. При проведении снегомерных съёмок необходимо сделать описание местности, отметить степень покрытия земной поверхности снежным покровом по десятибалльной системе и отметить характер снежного покрова по следующим признакам: равномерный (без сугробов); неравномерный (с сугробами); с проталинами; лежит только местами.

Для расчёта общих запасов воды в снеге на всей обследованной территории необходимо умножить среднее значение снегозапасов на всю площадь бассейна. Обычно значение снегозапасов на большой территории выражается в кубических метрах.

Вопросы для закрепления

1. Каковы особенности установки осадкомера?
2. Как часто и в какое время определяется количество выпавших осадков?
3. Каковы особенности определения количества осадков зимой?
4. Каковы особенности определения высоты снежного покрова?
5. Каково устройство снегомера-плотномера?
6. Перечислите последовательность действий по определению плотности снега.

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ

Для наблюдения за продолжительностью солнечного сияния применяют гелиограф — стеклянный шар, который играет роль линзы, преломляющей солнечные лучи, с какой бы стороны они ни падали (рис. 31). За шаром в его фокусе с северной стороны укрепляется специально обработанная бумажная лента с делениями в часах, по которой в течение дня перемещается солнечный «зайчик». Солнечные лучи, проходя через стеклянный шар, собираются в фокусе на бумажной ленте и оставляют на ней прожог. Когда облака закрывают солнце, прожог прекращается, и линия прожога прерывается. По длине прожжённых солнечным «зайчиком» участков можно определить время, в течение которого солнце не было закрыто облаками.



Рис. 31. Гелиограф.

Мало кто знает, что созданием этого прибора мы должны обязаны настоящему подвижнику в метеорологии, основателю метеорологической станции при местной гимназии г. Лубны Полтавской области Ф.К. Величко¹. Гелиограф как средство наблюдения был введён инструкцией Г.И. Вильда в 1892 г.

¹ Филадельф Карлович Величко (1833—1898) — генерал, действительный член Русского императорского географического общества (1892), организатор первой электротехнической выставки в Европе, основатель журнала «Электричество», изобретатель гелиографа.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАЧНОСТИ

*Тучки небесные, вечные странники!
Стенью лазурною, цепью жемчужною
Мчитесь вы, будто как я же, изгнанники
С милого севера в сторону южную.*

М.Ю. Лермонтов

Как часто многие из нас, лёжа на траве, заворожённо глядели в небо, где бегут, летят, стоят, висят облака. Многие по памяти воспроизведут вынесенное в эпиграф четверостишие М.Ю. Лермонтова или слова Александра Галича: «Облака, плывут облака. Облака плывут в Абакан...».

Под облачностью в метеорологии понимают совокупность облаков, наблюдаемых на небосводе. В практике метеорологических наблюдений определяют количество облаков на небе, которое оценивается в долях покрытия небосвода и выражается в баллах по десятибалльной шкале или в процентах (10 % покрытия небосвода соответствуют одному баллу). Современная десятибалльная шкала облачности принята на Первой морской международной метеорологической конференции (Брюссель, 1853 г.). Например, сплошная облачность — 10 баллов (см. рис. 36), половина неба закрыта облаками — 5 баллов. Облачность определяется визуально, а точность наблюдений зависит от опыта наблюдателя.

Облака — это не что иное, как взвешенный в атмосфере (тропосфере) сконденсировавшийся водяной пар — капельки воды или кристаллы льда. По международной классификации названия пишутся на латинском и на русском языке. Выделяют десять основных форм облаков: Cirrus (перистые), Cirrocumulus (перисто-кучевые), Cirrostratus (перисто-слоистые), Altcumulus (высококучевые), Altostratus (высокослоистые), Nimbostratus (слоисто-дождевые), Stratus (слоистые), Stratocumulus (слоисто-кучевые), Cumulonimbus (кучево-дождевые).



Первую попытку создать классификацию облаков предпринял английский фармацевт Люк Говард (1772—1864). При этом он использовал латынь, ориентируясь на разработанную Карлом Линнеем номенклатуру животного и растительного мира. В 1802 г. Ховард предложил выделять три основные формы облаков, известные теперь и тебе, дорогой читатель, как cumulus (кучевые), stratus (слоистые)

Морфологическая классификация облаков

Ярус	Русское название	Латинское название и обозначение	Высота нижней границы, км
Верхний (в средних широтах высота — от 6 до 13 км)	Перистые	Cirrus, Ci	7—10
	Перисто-кучевые	Cirrocumulus, Cc	6—8
	Перисто-слоистые	irrostratus, Cs	6—8
Средний (в средних широтах высота — от 2 до 6 км)	Высококучевые	Alto cumulus, Ac	2—5
	Высокослоистые	Altostratus, As	2—6
Нижний (в средних широтах высота — до 2 км)	Слоисто-дождевые	Nimbostratus, Ns	0,5—1,9
	Слоисто-кучевые	Stratocumulus, Sc	0,5—1,5
	Слоистые	Stratus, St	0,03—0,4
Вертикального развития	Кучевые	Cumulus, Cu	0,6—1,2
	Кучево-дождевые	Cumulonimbus, Cb	

и cirrus (перистые). Комбинации основных форм позволили охарактеризовать ещё четыре формы облаков, указанных выше. 220 лет метеорологи всех стран используют эту классификацию. С юбилеем, товарищи!

Каждая из этих основных форм облаков наблюдается в определённом интервале высоты (ярусе) (табл. 8).

В верхнем ярусе (выше 6 км), где постоянно низкая температура, наблюдаются перистые, перисто-кучевые и перисто-слоистые облака.

Перистые облака по виду весьма разнообразны — от едва заметных тонких нитей до плотных облачных массивов. Осадки из этих облаков поверхности Земли не достигают. Перистые облака имеют волокнистое строение, иногда в форме многочисленных перепутанных нитей. Такие облака приобретают вид вытянутых крючков и коготков. Перистые когтевидные облака (так называемые коготки) являются предвестником ухудшения погоды (рис. 32).



Рис. 32. Перистые когтевидные облака (Cirrus uncinus) — предвестники ухудшения погоды. Фото автора.

Перисто-кучевые облака выглядят как белые мелкие «барашки» или рябь на море, или следы волн на песчаном пляже. Эти облака являются признаком повышения температуры. Зачастую наблюдаются вместе с перистыми или перисто-слоистыми облаками и являются предвестниками надвигающегося шторма.

Перисто-слоистые облака — однородная белёсая прозрачная пелена, закрывающая большую часть неба. Они относительно прозрачны — сквозь слой этих облаков просвечивают голубое небо, солнце и луна. В перисто-слоистых облаках может наблюдаться гало — радужное свечение вокруг солнца или луны. Эти облака также являются верным предвестником скорого ухудшения погоды.



Рис. 33. Слоисто-кучевые облака (Stratocumulus). Фото автора.

К среднему ярусу относятся высококучевые и высокослоистые облака. Высококучевые облака — это светлые высокие облака в виде волн и гряд, состоящие из отдельных хлопьев; они характерны для тёплого сезона. Иногда эти облака принимают вытянутую форму и напоминают чечевицу или дирижабли. Высококучевые облака обычно формируются в результате подъёма тёплых воздушных масс, а также при наступлении холодного фронта, который вытесняет тёплый воздух вверх. Такие облака летом предвещают грозовые дожди, а зимой — снег. Из самих же этих облаков осадков не выпадает.



Рис. 34. Кучевые облака (Cumulus), нижнее течение р. Яны. Фото автора.

Высокослоистые облака — однородные светло-серые, сравнительно высокие облака, занимающие весь небосвод. Высокослоистые облака не затевают солнце, но на земле могут возникать вполне различные тени, закрывающие всё небо. Высокослоистые облака являются типичными смешанными облаками: наряду с мельчайшими каплями в них содержатся и ледяные кристаллы. Такие облака дают слабые осадки, которые в теплое время года, как правило, испаряются по пути к земной поверхности. Именно из этих облаков весной и осенью выпадает мелкий дождь, а зимой — снег.



Рис. 35. На переднем плане — слоисто-дождевые облака (Nimbostratus), на заднем плане — кучево-дождевые облака (Cumulonimbus). Фото автора.



Рис. 36. На дальнем плане — слоисто-дождевые (Nimbostratus), на ближнем плане — слоисто-кучевые плотные (Stratocumulus spissatus). Фото автора.

К облакам нижнего яруса относятся слоисто-дождевые (рис. 36), слоисто-кучевые, слоистые. Из слоисто-дождевых облаков, как правило, выпадает обложной дождь или снег. Под покровом таких облаков часто существуют бесформенные скопления низких разорванных облаков, особенно мрачных на фоне слоисто-дождевых. В отличие от высокослоистых облаков слоисто-дождевые облака тёмно-серые, как бы напитанные влагой. Высота их нижней границы составляет от 100 до 2000 м. Слоисто-кучевые облака представляют собой гряды или слои серых или беловатых облаков, почти всегда имеют более тёмные участки и образуют волнистый облачный слой. Это очень низкие облака с нижней границей в пределах от 500 м и выше. Слоисто-кучевые не просвечивающие облака приносят слабые непродолжительные осадки. Иногда из них выпадает слабая морось или (при низкой температуре) снежные зерна.

К облакам вертикального развития относятся кучевые облака всех видов, которые являются, пожалуй, самыми красивыми — плотные, белоснежные. Они, полностью оправдывая своё название, плывут, как ватные кучи, образуя огромные купола и башни (кучевые мощные — Cumulus congestus), визуальнo занимая почти всё небо. Разбросанные по небу кучевые облака (кучевые плоские — Cumulus





Рис. 37. Мощное кучевое облако (Cu cong.)
в стадии перехода в кучево-дождевое (Cb).

humilis) наблюдаются преимущественно в теплое время года и в хорошую погоду. Иногда такие облака называют «облаками хорошей погоды». Кучево-дождевые облака развиваются из мощных кучевых облаков. Появление на небе кучево-дождевых облаков вида Cumulus calvus может являться признаком приближающейся грозы. Темнеющая нижняя кромка кучево-дождевых облаков называется линией шквалов и проявляется внезапным резким усилением ветра.

В своей нижней части кучево-дождевые облака состоят в основном из капелек воды — это можно определить даже визуально, в то время как на более высоких уровнях, где температура намного ниже 0 °С, преобладают кристаллики льда. Эти облака приносят обильные ливневые осадки с грозами и иногда с градом. Именно на фоне этих облаков нередко наблюдается радуга.

Тем, кто хочет узнать больше об облаках, я рекомендую атласы облаков (см. список литературы в конце пособия).

Вопросы для закрепления

1. Какие облака формируются в верхнем ярусе?
2. Как называются облака среднего яруса?
3. Какие облака формируются в нижнем ярусе?
4. Во сколько баллов оценивается сплошная облачность?

ОРГАНИЗАЦИЯ НАБЛЮДЕНИЙ В ЭКСПЕДИЦИИ ИЛИ ПОХОДЕ

Наблюдения рекомендуется проводить по возможности на открытой площадке в 1, 7, 13 и 19 часов по местному времени.

Для определения температуры наиболее удобен в полевых условиях термометр-пращ. Термометр отградуирован через 0,5 °С. Особенностью термометра является то, что на конце есть стеклянный шарик или стеклянное же отверстие со шнурком. Петлю на конце шнура надевают на указательный палец и, вытянув руку над головой, начинают вращать термометр со скоростью 1—2 оборота в секунду. Через минуту вращение прекращают и быстро производят отсчёт, затем снова вращают, делая последующие отсчёты через 15—20 секунд. Как только показания термометра станут постоянными, следует прекратить измерения. Наблюдения полагается делать в тени и лишь в крайних случаях на солнце; тогда надо встать спиной к солнцу и производить отсчёты в тени своего тела.

Для определения давления используют барометр-анероид (см. соответствующий раздел). Наблюдения по барометру-анероиду следует производить следующим образом. Открыв крышку футляра, прежде всего отсчитывают температуру прибора по термометру с точностью до десятой доли градуса. Это необходимо сделать в первую очередь, потому что на показания термометра может повлиять присутствие наблюдателя. Затем, слегка постукав пальцем по стеклу анероида, чтобы преодолеть трение в его передаточных частях, производят отсчёт по положению конца стрелки по шкале с точностью до десятых долей миллиметра. Однако, для того чтобы получить истинное значение атмосферного давления, надо ввести поправки: на шкалу, на температуру анероида, добавочную, которые указаны в паспорте прибора.

Влажность воздуха измеряется аспирационным психрометром Асмана (см. рис. 25). Этот прибор состоит из двух одинаковых термометров, резервуары которых помещены в металлические трубки — сквозь них проходит воздух, засасываемый специальным вентилятором. Резервуар одного из термометров обвязывают батистом. Наблюдения производят следующим образом. Прибор подвешивают на высоте 2 м над поверхностью Земли к шести специальным крючком. Батист на термометре смачивают водой из пипетки и заводят вентилятор в верхней части прибора.

Отсчёты по обоим термометрам производят через 4 минуты после завода вентилятора, а затем повторяют ещё раз через 2 минуты. Разность

показаний сухого и смоченного термометров зависит от влажности воздуха, которая на основании этой разности может быть определена по специальным психрометрическим таблицам. Однако, прежде чем пользоваться этими таблицами, необходимо ввести в показания термометров соответствующие поправки из паспорта.

Если в походе имеется психрометр Ассмана, то по нему определяют и температуру воздуха (показания сухого термометра), и тогда других термометров можно с собой не брать.

В полевых условиях для определения скорости ветра используют анемометр АРИ-49 (см. рис. 20) или цифровой анемометр (см. рис. 39).

Направление ветра определяется по основным румбам: С, Ю, З, В, СЗ, СВ, ЮЗ, ЮВ. Можно определять и промежуточные румбы: северо-северо-восток (ССВ), восток-юго-восток (ВЮВ) и т. д.

Для определения направления необходимы компас и вымпел (лента, флаг), установленные на шесте на открытом месте на высоте 3 м. Ниже флага устанавливают крестовину, изготовленную из проволоки или прутиков, ориентированных по сторонам света (флюгер Вильда, см. рис. 23). На открытом месте можно установить «колдун» — бело-красный матерчатый конус, который используют на местных аэродромах. Очень удобный инструмент для определения направления ветра. Название конусу дали лётчики, считая, что он, трепеща на ветру, колдует погоду.

В дневнике наблюдений фиксируется также облачность и явления погоды между сроками наблюдений.

Дневник наблюдений может иметь произвольную форму. Примером фиксирования наблюдений может являться вариант ГИС-метео (рис. 38).

Дневник погоды в Челябинске за Июль 2016 г.

Число	День				Вечер			
	Температура	Давление	Облачность	Явления	Ветер	Температура	Давление	Облачность
1	+25	734	☀		→ 3 м/с	+23	734	☀
2	+22	730	☀		↙ 3 м/с	+19	731	☀
3	+21	734	☀		↙ 3 м/с	+16	733	☀
4	+13	734	☀		↙ 3 м/с	+15	734	☀
5	+20	736	☀		→ 3 м/с	+18	734	☀
6	+20	730	☀		↙ 3 м/с	+18	731	☀
7	+14	731	☀		↙ 3 м/с	+13	732	☀

Условные обозначения:

☀ Ясно ☁ Малооблачно ☁ Облачно ☁ Пасмурно

☔ Дождь ❄ Снег ⚡ Гроза

-5 Температура +25 Направление и скорость ветра

Рис. 38. Дневник наблюдений.

Форма бюллетеня погоды для ежедневных, более содержательных наблюдений представлена в табл. 9.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ МОБИЛЬНЫХ ГРУПП

Парк современных приборов огромен. Порекомендую модели, проверенные в полевых условиях в Арктике и Антарктиде. Они достаточно надёжны, легки и просты в использовании.

Цифровой анемометр MS6252B* (digital anemometer with temierature and humidity) с функцией измерения температуры и влажности. Имеет связь с интерфейсом по USB с сохранением данных. Отличается простой интуитивной настройкой. Точность измерения скорости ветра 0,01 м/с, влажности воздуха $\pm 3\%$. Диапазон измеряемой температуры от -20 до $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Имеется подсветка, индикатор низкого заряда батареи (встроенный аккумулятор) и автоматическое отключение прибора. Вес прибора 168 г. Поставляется в чехле и незаменим в водных походах.



Рис. 39. Цифровой анемометр с функцией температуры и влажности воздуха.



Рис. 40. Цифровой психрометр.

ЯВЛЕНИЯ ПОГОДЫ, НАБЛЮДАЕМЫЕ БЕЗ ПРИБОРОВ

К атмосферным явлениям, наблюдаемым без приборов, относятся, гидрометеоры, оптические и другие явления. При организации наблюдений следует следить за всеми происходящими в атмосфере и на поверхности земли явлениями, отмечая время начала и конца наблюдаемого явления в часах и минутах, продолжительность явления.

Ниже приводится описание явлений, которые определяются только визуально.

Бурный ветер — ветер, скорость которого по наблюдениям 15 м/с (8 баллов по шкале Бофорта) или более.

Венец представляет собой примыкающий к диску светила светлый ореол с чередованием цветов от внутреннего голубого к внешнему красному, окруженный одним, двумя или тремя радужными кольцами с тем же чередованием цветов. Это оптическое явление наблюдается при тонких, чаще всего высококучевых облаках.

Водяной смерч или *тромб* — вихревое образование, имеющее вид спускающейся из тёмных низких облаков воронки, навстречу которой с поверхности воды (земли) поднимается вторая воронка, обе воронки соединяются рукавом, диаметр которой доходит до 100 м и более. Тромбы обладают огромной разрушительной силой, так как скорость движения воздуха в смерче очень велика и может достигать 100 м/с.

Гало — атмосферное оптическое явление (нимб, ореол), представляющие собой дуги или окружности вокруг солнца. Нередко, кроме главной окружности, наблюдаются светлые дуги и малые окружности, соприкасающиеся главной с внешней ее стороны. В точках соприкосновения боковых дуг с главной окружностью по обе стороны от солнца образуются светлые пятна, называемые ложным солнцем. Его образование связано с преломлением солнечных лучей в кристаллах льда, находящихся в облаках. Подобные преломления света в ледяных кристаллах вызывают оптическое явление, называемое «алмазная пыль». Зачастую гало образует световые столбы.

Гололедица или *ожеледь* — лёд на земной поверхности. Образуется после оттепели или дождя в результате наступившего похолодания либо замерзания мокрого снега, дождя или мороси от соприкосновения с охлажденной поверхностью.



Гололёд — слой льда, образовавшийся на земной поверхности и расположенных на ней объектах во время выпадения осадков в виде дождя вследствие его замерзания. Гололёду обычно сопутствуют понижение температуры ниже нуля, высокая влажность и ветер. Толщина слоя льда, появившегося при гололёде, может достигать нескольких сантиметров, причём покрывает он не только горизонтальные, но и вертикальные поверхности — цокольные части строений, деревья преимущественно с наветренной стороны. Особенно подвержены обмерзанию обдуваемые ветром объекты — мосты и их опоры, эстакады, столбы, причём количество осевшего льда иногда бывает столь велико, что под его тяжестью ломаются ветви деревьев, рвутся провода, валятся телефонные и телеграфные столбы.

Град — осадки, выпадающие в тёплое время года из мощных кучево-дождевых облаков в виде частичек плотного льда различного размера. Град часто можно наблюдать при грозе и вместе с ливневым дождем.

Гроза может быть близкой или далёкой. Близкой грозой называют грозу, если промежуток времени между молнией и последующим за ней раскатом грома не превышает 10 секунд (что соответствует расстоянию 3 км), раскаты грома сопровождаются сильными ударами или треском. Если промежуток времени между молнией и последующим за ней громом превышает 10 секунд, то гроза считается отдалённой.

Дождь — жидкие осадки, выпадающие преимущественно из слоисто-дождевых и кучево-дождевых облаков в виде капель диаметром 0,5 мм и больше. Различают обложной и ливневый дождь. От дождя следует отличать морось с меньшим диаметром капель.

Заморозок — понижение температуры околоземного слоя воздуха или поверхности почвы в тёплый период года до отрицательных значений ночью и утром при положительной среднесуточной температуре воздуха днём.

Зарница — отдалённая молния без грома.

Изморозь — белый, рыхлый ледяной или снежный осадок кристаллического строения, оседающий на ветвях деревьев и кустарников, на хвое, на телеграфных и телефонных проводах, на выступах, углах и краях предметов, в туманную морозную погоду при штиле или слабом ветрах, а также при сильном морозе, когда в воздухе парят ледяные иглы. Изморозь образуется в виде бахромы из игл. Существуют два основных вида изморози. Зернистая изморозь — это белый рыхлый снеговидный осадок. Такая изморозь может выпадать и днём, и ночью при незначительном морозе и достаточно сильном ветре и оставаться на поверхностях до нескольких дней. В отличие от нее кристаллическая изморозь — нежный рыхлый узор из кристаллов, который образуется при низкой температуре и слабом ветре. Осадки в виде изморози выпадают зачастую ночью, а утром под воздействием солнца начинают таять. Изморозь наиболее часто можно увидеть



в северных регионах России, а именно в Мурманской, Магаданской, Архангельской областях, в республике Алтай, на Камчатке.

Изморось (обратите внимание на написание) — это атмосферные осадки в виде очень мелкого, морозящего дождя. Изморось не причиняет ущерба земле и урожаю, но часто сопровождается понижением температуры и сильной облачностью. В повседневном общении распространён глагол «моросить». Именно он отображает процесс, когда идет мелкий дождь. Разговорный синоним этого слова — «накрапывать», что, правда, не совсем точно, так как морось — это очень мелкий дождь, капли которого выглядят как будто просеянные сквозь мелкое сито. Такие осадки можно наблюдать почти по всей России, особенно жителям Северо-Запада. Обычно наблюдаются осенью, иногда весной.

Иней — тонкий неравномерный слой кристаллического льда, образующийся путём сублимации водяного пара из воздуха на поверхности почвы, травы, снежного покрова и на верхних поверхностях предметов в результате их радиационного охлаждения до отрицательной температуры, более низкой, чем температура воздуха.

Ледяная крупа — ледяные полупрозрачные крупинки, в центре которых имеется непрозрачное ядро шарообразной формы; размер крупинок обычно от 2 до 5 мм.

Ледяной дождь — мелкие твёрдые совершенно прозрачные ледяные шарики, диаметром от 1 до 3 мм. Ледяной дождь отличается от ледяной крупы полным отсутствием непрозрачного белого ядра. Вспоминается экспедиция на полуостров Таймыр. Дело было в начале августа, в разгаре арктического лета. Мы шли маршрутом, сокращая расстояние, прямо по льду озера Левинсона — Лессинга, когда на нас обрушился ледяной дождь. В момент мы были покрыты с ног до головы ледяной коркой, такой толстой, что с трудом делали шаги. По счастью, мы были всего в часе ходьбы до лагеря и вернулись без обморожений и потерь. Трудно себе представить одинокого путника, находящегося вдали от жилья. Значительный ущерб подобное явление представляет и хозяйству страны.

Ледяные иголки («алмазная пыль») — легкие прозрачные мелкие ледяные кристаллы в виде пластинок или чешуек, взвешенные в воздухе и сверкающие на солнце.

Метель (вьюга, буран, пурга) — явление, когда при высокой скорости ветра снег несётся почти в горизонтальном направлении и кружится в воздухе, облепляя встречающиеся предметы, замывая дороги, сильно ограничивая видимость. Метель отмечается в том случае, если неба не видно и нельзя разобрать, выпадает ли снег из облаков или поднят с поверхности Земли и переносится ветром. Метель с выпадением снега отмечается в том случае, когда можно установить, что происходит выпадение снега из облаков, поднятие снега при этом иногда может и не происходить.



Мгла — явление сплошного сильного помутнения воздуха вследствие массы взвешенных в нём мелких твёрдых частиц различного происхождения (пыль, дым заводов, лесных и торфяных пожаров). Мгла приглушает окраску отдалённых предметов, придавая им на тёмном фоне синеватый оттенок, а на светлом фоне — жёлтый и красновато-жёлтый оттенок.

Мокрый снег — явление выпадения осадков в виде тающего снега, смешанного с дождём.

Морось — явление выпадения слабых осадков в виде многочисленных очень мелких капель диаметром не более 0,5 мм; падение капелек благодаря их незначительным размерам столь незаметно, что они кажутся парящими в воздухе и участвующими даже в слабом его движении. Не следует смешивать морось с мелким дождём, капли которого имеют больший диаметр и которые достаточно быстро выпадают. Морось выпадает из сплошных плотных облаков нижнего яруса(слоисто-кучевых) или тумана. При мороси совершенно отсутствуют характерный шум дождя и следы на лужах.

Позёмок — перенос снега ветром непосредственно над поверхностью снежного покрова при отсутствии снегопада. Позёмок наблюдается при морозной погоде, когда сухие кристаллы снега легко скользят по поверхности мёрзлой почвы или снежного покрова при скорости ветра более 5 м/с. Горизонтальная дальность видимости при этом не ухудшается. Наблюдается, как правило, в безлесной зоне.

Полярное сияние (сполохи) наблюдается в высоких широтах в северной части небосвода чаще всего в виде светлой дуги, концы которой доходят горизонта, причём часть неба между дугой и горизонтом представляется тёмной. От этой дуги обычно отбрасываются вверх лучи светлыми подвижными полосами, нередко окрашенными в изумрудно-зелёный и карминно-оранжевый цвет. Иногда полосы появляются без дуги. Полярное сияние наблюдается также в виде быстро колеблющейся ленты или занавеса, отдельные части которого постоянно меняют свою окраску.

Пыльный или песчаный вихрь — вихревое образование, которое наблюдается в ясную погоду, когда вследствие значительного нагревания воздуха и нарушения вертикальной устойчивости воздушные массы приходят во вращательное движение и образуется вихрь значительной мощности, поднимающий с поверхности Земли лёгкие предметы, пыль и песок. Эти вихри не производят больших опустошений и быстро затухают.



Радуга — атмосферное оптическое и метеорологическое явление, наблюдаемое при освещении источником яркого света множества водяных капель дождя или тумана. Радуга выглядит как разноцветная дуга, составленная из цветов спектра видимого излучения.

Роса — капли воды, образующиеся, как правило, ночью на горизонтальной поверхности предметов, траве, по-

чве при температуре воздуха выше 0 °С при ясном небе, штиле или слабом ветре. В отдельных случаях роса может наблюдаться при дымке или тумане.

Снежная крупа — компактные непрозрачные снежные крупинки белого или матово-белого цвета шарообразной формы диаметром от 2 до 5 мм.

Снежные зёрна — непрозрачные матово-белые снежные палочки или крупинки, похожие по внешнему виду на снежную крупу, но гораздо мельче: их диаметр не превышает 1 мм. Обычно они выпадают в небольшом количестве и основном из слоисто-кучевых облаков.

Солнечные столбы — отвесные радужные, иногда белые полосы по обеим сторонам от солнца в некотором отдалении от него. Иногда наблюдается один столб, идущий через солнце, особенно когда оно у горизонта.

Твёрдый налёт — лёгкое белое образование из маленьких ледяных кристаллов, по строению похожих на иней. Отличается от него условиями образования. Твёрдый налёт может образоваться в любое время суток. Определяется количеством выпавших осадков за сутки, но фиксируется как явление.

Туман состоит из микроскопических, не различимых глазом капелек воды, взвешенных в воздухе, причём видимость во время тумана не превышает 1 км. Цвет тумана обыкновенно белесоватый. Поземный туман стелется вдоль подстилающей поверхности по большей части пятнами или островками: над озёрами, реками, болотами и низинами. Высота поземного тумана достигает 2 м. При наблюдениях необходимо указать, где именно наблюдается туман. Ледяной туман состоит не из жидких капелек, а из ледяных игл. При ледяном тумане возможно образование гало. Дымка (или туманный воздух) — сильно разреженный туман серого цвета, так как капельки такого тумана слишком малы и больше рассеяны, чем при обыкновенном тумане. Видимость при дымке составляет от 1 до 10 км.

Шквал — внезапное резкое усиление ветра. Отмечается, как правило, при ливневых осадках. Шквал в отличие от обычных порывов ветра наблюдается не чаще чем один-два раза в течение часа.

ЖИВОТНЫЕ И РАСТЕНИЯ КАК ИНДИКАТОРЫ ПОГОДЫ

За много сотен лет человечество накопило солидный багаж примет, поведения животных и растений. Все организмы по-разному реагируют на изменения погоды: влажности и температуры воздуха, ветра и атмосферного давления.

Весь опыт обобщён в записях летописей погоды, церковных хрониках, сказках и пословицах. Наблюдения наших предков бывают достаточно точны, но бывают и прогнозы, которые порождены некими домыслами и воображением наблюдателей, и они порой могут ввести в заблуждение современных читателей. Пожалуй, самым устойчивым заблуждением является вера в способность животных предвидеть изменения погоды. На самом же деле животные лишь реагируют на уже свершившийся факт изменения в атмосфере, который мы еще почувствовать не можем. Хотя некоторые прогностические действия животных не стоит упускать из виду.

Например, чайки действительно очень хорошо реагируют на изменения погоды. «Это объясняется особенностями строения их тела: трубчатые кости чаек, полые внутри, чувствительны к изменению давления, как вакуумные коробочки приборов-анероидов. Давно замечено, что при хорошей устойчивой погоде чайки садятся на воду, при ухудшении погоды бродят по берегу и прибрежным отмелям, при ветреной — летают над водой. Всё это свидетельствует об умении чаек быстро приспосабливаться к сложившейся в данный момент погоде, но никак не о способности их предвидеть её изменения: метеорологическим процессам присуща инерция, то есть свойство сохранять некоторое время установившийся тип погоды. При устойчивой антициклонической погоде ветер обычно слабый, в воздухе тепло, вода прохладнее воздуха и над ней нет восходящих потоков. Чтобы держаться в воздухе, чайкам надо интенсивно работать крыльями, они быстро устают и потому охотно садятся на воду и, плавая, продолжают охотиться за рыбой. Перед штормом рыба, чувствительная к изменению давления, уходит на глубину, и чайки вынуждены искать пищу на берегу. При сильном ветре чайки могут подолгу парить в воздухе, используя для набора высоты подъёмную силу встречного потока воздуха; они в состоянии продолжать охоту, летая над водой» (Астапенко, 1986).

Как видим, всё значительно проще, чем может показаться при некотором воображении. Дело не в способности предвидеть изменения погоды, а в умении использовать эти изменения.

Многие растения активно реагируют на изменение освещённости. В большинстве случаев в сторону светила обращены цветы, некоторые из них «проводят» солнце при его движении по небосклону (например, подсолнечник). У ряда растений на положение солнца на небе реагируют и листья (правда, в районах недостаточного увлажнения они занимают положение, наиболее выгодное не с точки зрения получения солнечного тепла, а с точки зрения условий испарения). Из тропической растительности можно указать на листья эвкалипта, из растений средних широт — на бобовые.

Таким образом, растения чутки к изменениям погоды, но своим поведением они не столько предвещают её изменения, сколько следуют за ними.

Реакция животных и растений на изменения состояния атмосферы детально описана в следующем разделе.

ПРИМЕТЫ ПОГОДЫ

*Старайся наблюдать различные приметы.
Пастух и земледел в младенческие леты,
Взглянув на небеса, на западную тень,
Умеют уж предречь и ветер, и ясный день,
И майские дожди, молодых полей отраду,
И мразов ранний хлад, опасный винограду.*

А. С. Пушкин, «Приметы»

Издавна человек пытался предсказать будущее, особенно в части погодных условий. И это было жизненно необходимо. Почему же сегодня, в век, когда прогноз погоды можно узнать из десятка источников, мы по-прежнему верим в приметы? Наверное, потому что они реально работают и проверены не одним поколением, а позже доказаны учёными. Зачастую приметы оказываются вернее прогнозов синоптиков или, по крайней мере, значительно дополняют их. Приметами погоды успешно пользуются рыбаки, охотники, исследователи и путешественники, оторванные от цивилизации и по ряду причин не имеющие возможности получить достоверную информацию о погоде. Облака — замечательный индикатор изменения состояния атмосферы! При ухудшении погоды почти всегда сначала появляются перистые облака, постепенно сливающиеся в перисто-слоистую пелену. Таким образом, именно перистые облака, загнутые вверх, так называемые коготки, являются предвестником изменения погоды в худшую сторону, а дождь можно ожидать в течение 12—24 часов. Хотя возможно, что над вами пройдёт периферийная часть облачности, которая не вызовет резкого изменения погоды.

Постепенно на горизонте появляются гряды высококучевых облаков и наконец высокослоистые и слоисто-дождевые облака, которые, уплотняясь, закрывают большую часть неба. Именно такая облачность приносит дождь.



Низкие серые однородные слоистые облака, напоминающие туман, висящий над землёй, могут принести довольно продолжительные осадки в виде затяжной мороси.

Слоистые облака не всегда следуют за слоисто-дождевыми. Если поток относительно тёплого и влажного воздуха распространяется над морем или над более холодной сушей, слоистые облака могут распространиться на значительную площадь.

Ниже приведены признаки возможного изменения погоды (по материалам сайта «Секреты погоды» (<https://meteosecrets.com/>)). В некоторых случаях для отдельных районов страны подобные приметы могут быть достаточно надёжным инструментом предсказания погоды. Наблюдайте!

ПРИЗНАКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОГОДЫ

Признаки малооблачной, без осадков

(летом тёплой, зимой морозной) погоды

При заходе солнца заря жёлтая, золотистая, розовая. Зеленоватый цвет её указывает на длительное сохранение характера погоды.

После ненастья постепенное ослабление ветра, прекращение осадков, уменьшение облачности, летом ночью похолодание.

С восходом солнца появляются кучевые облака. К полудню размеры их увеличиваются. К вечеру облака растекаются и после захода солнца совершенно исчезают.

После захода солнца на траве появляется роса, которая усиливается перед восходом, а с восходом исчезает. Весной и осенью вместо росы на земле и крышах образуется иней.

Летом ночью над низинами (болотами, лощинами, реками) скапливается туман.

К вечеру и к ночи в низинах и долинах становится холоднее, чем на возвышенностях, в лесу — теплее, чем на открытых местах.

В горах дымка покрывает вершины.

Летом ночью совсем нет ветра. К полудню он усиливается, а к вечеру снова стихает.

Днём ветер дует с моря, ночью — с суши.

Давление воздуха растёт.

Признаки ненастной погоды

(облачной, с обложным дождём или снегопадом и ветром)

На горизонте появляются тонкие перистые облака, вытянутые в виде нитей с загнутыми концами (как коготки). Такие облака показывают, что ненастная погода находится от нас на расстоянии 900—1000 км и достигнет нас приблизительно через 20 часов.

Тонкие перистые облака постепенно затягивают всё небо, а перисто-слоистые облака располагаются плотным слоем. Если эти облака затягивают солнце или луну, вокруг них появляются белые круги. Дальше уже надвигается сплошная облачная пелена. Солнце и луна становятся невидимыми. Через некоторое время начинается дождь или снег.

Вечерняя или утренняя заря приобретают красную, иногда даже багрово-красную окраску. Солнце садится в тучу.



Ветер резко меняет направление и к вечеру усиливается.

Давление воздуха падает.

Роса или иней не появляются.

Вечером теплее, чем днём.

В низинах и на возвышенностях, в лесу и на открытых местах температура воздуха одинаковая.

В горах понижение температуры в утренние часы.

Образовавшийся вечером туман рассеивается до восхода солнца, не стелется по воде, а поднимается вверх.

***Признаки переменной погоды
(с кратковременными осадками,
летом с грозами и с последующим похолоданием)***

На горизонте видны перисто-кучевые облака в виде мелкой ряби.

Появляются вытянутые облака, похожие на огромные зёрна чечевицы.

В летнее время вечером или утром образуются облака в виде зубцов или башенок.

Одновременно наблюдаются несколько ярусов облаков.

Летом создаётся ощущение духоты — парит.

Давление воздуха сначала мало изменяется, затем внезапно начинает падать.

Признаки устойчивой ясной погоды

Давление в течение нескольких дней непрерывно повышается или остаётся неизменно высоким.

Температура воздуха сохраняет устойчивый суточный ход: летом днём жарко, ночью прохладно; зимой ночью сильный мороз, днём мороз ослабевает, к вечеру снова усиливается.

Ветер также сохраняет устойчивый суточный ход: ночью безветрие, днём ветер усиливается, а к вечеру стихает, дым поднимается столбом вверх.

Облачность отсутствует или рваные кучевые облака движутся по направлению приземного ветра, а к вечеру исчезают.

Ночь ясная, небо усеяно звёздами, луна яркая, заря золотистая или бледно-розовая лягушки громко квакают.

Ласточки летают высоко, чайки сидят на воде, лесные птицы громко поют.

Муравьи проявляют высокую активность; на траве и кустах обильная паутина; мошки выются столбом; кузнечики сильно стрекочут.

Цветы растений широко раскрыты.

Угли в костре быстро покрываются золой.

Признаки перемены ясной погоды на пасмурную

Давление падает, и чем быстрее, тем вернее признак.



В зимнее время разница между дневной и ночной температурой воздуха возрастает, а в летнее — уменьшается.

Ветер усиливается, меняет направление, суточные колебания уменьшаются или исчезают совсем, дым стелется по земле.

Солнце садится за тучи, зоря красная, ночью звёзд и луны не видно или вокруг них наблюдается венец.

Лягушки молчат.

Ласточки летают над землёй, чайки собираются на берегу и купаются в пыли, лесных птиц не слышно.

Муравьи прячутся; насекомых в воздухе и на растениях не видно, пчёлы возвращаются в ульи, черви выползают на поверхность земли.

Цветы растений закрываются, в пазухах листьев видны капельки воды; запахи растений усиливаются.

Угли в костре ярко тлеют, соль отсыревает.

Признаки устойчивой ненастной погоды

Давление низкое, в течение суток не меняется; температура воздуха постоянная с небольшими суточными изменениями.

Направление ветра не меняется, скорость ветра остаётся значительной.

Небо затянуто слоистыми и слоисто-дождевыми облаками.

Ночью не видно звёзд и луны, а днём — солнца.

Осадки (снег или дождь) умеренные, выпадающие непрерывно в течение долгого времени, или сильные, идущие с перерывами.

Животные, птицы и насекомые прячутся в укрытиях.

Цветы растений закрыты и опущены.

Признаки перемены ненастной погоды на ясную

Давление растёт.

Температура воздуха понижается.

Направление ветра меняется, скорость ветра уменьшается.

В слоистых облаках образуются просветы, появляются перистые облака, которые исчезают к вечеру.

Осадки временами усиливаются; во время дождя появляется радуга.

Птицы садятся на землю, в лесу слышны их звуки.

Пауки вечером спускаются по своей паутине, появляются комары и мошки, пчёлы вылетают собирать мёд.

Листья папоротника закручиваются вниз, соцветия растений раскрываются.

НАРОДНЫЕ ПРИМЕТЫ ИЗМЕНЕНИЯ ПОГОДЫ ПО СОСТОЯНИЮ ПРИРОДЫ

Реальный прогноз необходимо делать по комплексу примет, а не по двум-трём.



Приметы улучшения погоды

Луна (при восходе) окаймлена красным быстро исчезающим кругом.
Звёзды слабо мерцают зеленоватым цветом.

Рога месяца остры.

Ласточки и стрижи летают высоко.

Вечером звонко и часто поёт зяблик.

Комары и мошки летают роем (столбом).

Божья коровка, взятая на руку, быстро взлетает.

К вечеру громко стрекочут кузнечики.

Чайки с утра улетаю́т в море.

Всю ночь поют соловьи.

Навозные жуки летают низко над землёй.

Пчёлы рано улетаю́т в поле.

На траве, кустарниках, деревьях обильная паутина.

Все одуванчики раскрыты.

На прудах и реках заметны раскрытые белые лилии и жёлтые ку-
бышки.

Закручены листья костяники, папоротника-орляка, бессмертника.

Подняты вверх ветки ели, можжевельника.

Распрямлены трёхлопастные листики клевера.

Дым (при отсутствии ветра) поднимается вертикально вверх.

Угли в костре быстро покрываются золой, тлеют тускло.

Обильная роса.

Утром роса и туман.

Сильный ветер во время дождя предвещает хорошую погоду. Поздно
вечером громко поют сверчки.

Лошадь фыркает — к теплу.

Кошка спит или лежит брюхом вверх.

Ночью в поле холоднее, чем в лесу.

Приметы ухудшения погоды

Ярко мерцают звёзды.

Звёзды после ясного дня видны плохо.

Стрижи летают низко.

Зяблики скрипят, а совы кричат днём.

Куры и воробьи купаются в пыли, воробьи громко чи-
рикают.

Утки, чайки, лебеди часто ныряют, кричат громко, хло-
пают крыльями и плещутся.

Рыба выскакивает из воды, хватает мошек.

Ящерицы скрываются в норках.

Лягушки выползают из болота и хрипло квакают.

Пчёлы летают допоздна, вечером очень активны.



Муравьи прячутся в муравейники, закрывают в них ходы.

На земле не видно насекомых, а земляные черви выползают на поверхность.

Кошки умываются: трут лапами морду и уши.

Скот жадно ест траву.

Лошади храпят и фыркают.

Закрываются цветы одуванчиков, белых лилий, жёлтых кубышек.

Усиливает выделение нектара жимолость, акация, донник, дрёма луговая.

«Плач» (появление капелек влаги липкого сока на листьях) клёна, ивы, каштана, черёмухи, стрелолиста, телореза.

Усиливается слышимость звуков, усиливаются запахи.

Гудят провода.

Дым клубится и стелется по земле.

Угли костра ярко тлеют.

На огонь костра летит много насекомых.

Краткосрочный прогноз весной

В марте усиление ветра ночью предвещает потепление и обильные осадки.

Сильный ветер во время осадков при плюсовой температуре — к скорому прекращению снега и резкому потеплению.

Гром в марте — к возвращению холодов.

Если небо на ночь покрывается тучами и усиливается ветер, заморозков не будет.

Прилетел жаворонок — к устойчивому теплу.

Если пролески, подснежники, лесные фиалки раскрывают свои цветы, будет хорошая погода; закрывают и никнут — приближается ненастье.

Если апрельский дождь начинается крупными каплями, он будет недолго.

Утром на кончиках листьев и травы висят капли росы — быть дождю.

Тихая светлая ночь без росы — ожидай на следующий день дождь.

Стелется утром туман по воде — к хорошей погоде, поднимается вверх — к непогоде.

Основной признак улучшения погоды — размывание однородной серой сплошной облачности.

Чем сильнее ветер, тем меньше вероятность местных заморозков.

Перед ненастной погодой цветки маргариток наклоняются так низко, что почти касаются земли.

Если небо хмурится, а цветки лютиков открыты, дождя не будет. Если в ясную погоду они закрыты — жди дождя.

Перед ненастной погодой цветки земляники понижаются.

Перед непогодой цветы одуванчика смыкаются.



Пчёлы вылетели из ульев, но остаются поблизости — приближается непогода.

Соловей всю ночь поёт перед погожим днём.

Летят журавли молча, низко и быстро — к плохой погоде.

Если ласточки летают высоко, быть хорошей погоде, если низко — к дождю.

Жаворонки поют долго — сохранится ясная погода без осадков, не слышно с утра — ожидай плохой погоды.

В апреле утренний туман предвещает ясную и тёплую погоду днём.

Если кучевые облака перед вечером не исчезают, ожидай ухудшения погоды, осадков.

Появилась радуга — жди перемены погоды. Высокая и крутая радуга — к ветру, пологая и низкая — к дождю.

Вечерняя радуга предвещает хорошую погоду, а утренняя — дождливую.

Радуга видна после дождя, но скоро пропадает — будет хорошая погода, если держится долго — к ненастью.

Когда возникает две или три радуги, бывает продолжительный тёплый дождь.

Если перистые облака изгибаются длинной полосой, это предвещает дождь с ветром и бурей.

Сплошной туман не исчезает после восхода солнца — к перемене погоды.

В утреннем небе видны облачка баранцы — утро будет погожим, но после обеда пойдёт дождь.

Если при хорошей погоде ветер переменял направление, до того длительное время дул в одну сторону, ожидай непогоды.

Утром слышен гром — вечером будет дождь.

Если при холодной дождливой погоде гремит гром, следует ожидать длительной прохладной погоды.

Лучи солнца темнеют — к сильной грозе.

К ненастью клевер складывает свои листочки и склоняет головки, а перед устойчивой хорошей погодой стебли и листья его расправлены, соцветия подняты вверх.

Если весной муравьи по воткнутой в кучу веточке до самого верха добегают — быть в эти сутки теплу, а если по веточке только поднимутся да назад в муравейник, ещё с неделю зябко будет.

Муравьи приходят в сильное возбуждение — разбегаются в разные стороны, поднимаются на деревья, ползают по ним то вверх, то вниз, направляют свои усики-антенны в разные стороны, а затем переселяются на новые места — быть сильному паводку.



Краткосрочный прогноз летом

Летом на небе много звёзд — к ясной погоде.

Чистый закат солнца, переходящий от жёлтого цвета (у горизонта) к золотисто-розовому, а затем зелёному, — признак устойчивой ясной погоды.

Если днём появляются мощные и высокие кучевые облака, если была гроза, но после неё не похолодало, ждите ночью снова грозы.

Перед ночной грозой туман вечером не появляется, не выпадает и роса.

Если небо днём мутное и белесоватое, вечерняя заря красная, а солнце закрыто облаком, видны лишь его лучи — будет дождь.

Усиление ветра к вечеру — к ухудшению погоды. Если в это время направление его меняется против движения часовой стрелки, будут продолжительные осадки.

Отсырело подсохшее, но не убранное на лугу сено — быть дождю.

Перед наступлением сырой погоды кожаные вещи становятся гибкими и мягкими.

Вечерняя роса — первый признак ясной погоды на завтрашний день.

Если роса не ляжет на луга, ожидай дождя.

Если цветки выюнка закрываются — близок дождь, распускаются в пасмурную погоду — к хорошим солнечным дням.

Иголки чертополоха не колются — быть дождю, очень колючие — будет хороший день.

Если до 9 часов утра венчик цветка звездчатки не поднимется, днём будет дождь.

Если цветок белой кувшинки в начале девятого едва-едва поднимется над водой, во второй половине дня ожидай дождя. Если совсем не поднимается из воды, будет затяжной ливень или наступит похолодание.

Цветки мальвы закрыты — к дождю. В ожидании дождливой погоды роза и шиповник не раскрывают своих бутонов.

Душистый табак, левкой и донник перед дождём сильно пахнут.

Если цветки очитка на ночь закрыты, утром будет хорошая погода.

Перед наступлением ненастной погоды цветоножки бело-фиолетовых цветков картофеля изгибаются вниз и цветки поникают.

Если листья костянки скручиваются в трубочку, будьте уверены — впереди устойчивая, сухая погода, а если начнут расправляться — конец сухой погоде.

У папоротника перед хорошей погодой листья закручиваются вниз, а перед ненастной — скручиваются.

Ласточки и стрижи летают высоко — к хорошей погоде, низко — быть дождю.

Воробьи купаются в пыли или песке — быть дождю.

Летом перед дождём грачи чаще на траве, чем на дорогах и пахоте.

Голуби воркуют — на хорошую погоду.



Кукушки поют обыкновенно в хорошую погоду, когда стоят тёплые, ясные дни.

Большой пёстрый дятел предвещает смену погоды барабанной дробью по деревьям; если дятел стучит о сук в погожий день — будет дождь.

Во время дождя слышится слабый крик краквы — дождь перестанет. Сычи и перепела кричат перед дождём.

Куры всё время ощипываются, в песке и хлопают крыльями, утки плещутся и без конца ныряют — быть ненастью.

Появление жука-навозника — верная примета хорошей погоды.

Нашли тучи, но пчёлы не прячутся в ульи, а продолжают собирать нектар — дождя не будет. Если вечером они прекратили лёт рано, то в ближайшие сутки сохранится хорошая погода. Пчёлы возвращаются в улей вечером позже обычного — предстоит длительное ненастье.

Если утром пчёлы не вылетают из ульев, а сидят в них и гудят, то в ближайшие шесть — восемь часов возможен дождь. Массовое возвращение пчёл в ульи в утренние и дневные часы — к наступлению ветреной и дождливой погоды.

Если вокруг муравейника мало его обитателей и большая часть ходов плотно закрыта, ждите дождь. Вокруг муравейника кипит жизнь — дождя не предвидится.

Ночью светлячки светятся особенно ярко — будет погожий день.

Если поздно вечером долго слышна звонкая песня зелёного кузнечика, утро будет тихим, солнечным.

Если бабочки-крапивницы прячутся, значит, через час-другой пойдёт дождь; дождь затих, а бабочки не покидают своих укрытий, значит, ненастье продлится.

Но если бабочки вылетают из своих укрытий, когда на небе есть ещё тучи, можно быть уверенным — наступит ясная погода.

Паук забился в середину паутины — к ненастью. Перед сильным ветром паук-крестовик сам отрывает паутину и прячется.

Вокруг жёлтой акации кружится много насекомых — жди непогоды. Стихают сверчки — на дождь.

Поздно вечером громко поют сверчки — к хорошей погоде.

Если утром пауки выходят на охоту — приближается ненастье.

Если пауки главные нити своей паутины делают особенно длинными и растягивают их широко, продолжительное время будет устойчивая, тёплая хорошая погода, а если короткими — будет дождь, пауков и их сетей мало — к переменной погоде, много — ожидайте хорошей погоды.

Оводы и слепни особенно злы перед дождём.

Если во время засухи рыба перестаёт клевать, значит вскоре пойдёт дождь.



Перед ненастьем рыба выскакивает из воды. Перед дождём не клюет. Сом перед грозой и ненастьем обязательно всплывает с глубины.

Перед грозой раки вылезают на поверхность и зарываются в песок.

Дождевые черви выползают наружу — жди ненастья, дождя.

Комары летают роем — будет хорошая погода.

Лягушки квакают хрипло, насадно — быть дождю, звонко — ожидай наступления ясного дня.

Лошадь ложится на землю — перед сырой погодой.

Шерсть овцы перед дождём становится мягче и расправляется.

Краткосрочный прогноз осенью

Если небо на ночь покрывается тучами, усиливается ветер, значит, угрозы заморозков нет.

Чем сильнее ветер, тем меньше вероятность местных заморозков.

Мерцание звёзд в ноябре — признак ухудшения погоды с усилением ветра.

Сильный ветер во время дождя обещает через некоторое время хорошую погоду.

Золотисто-бронзовый цвет солнца при восходе, закате, а также светло-жёлтые краски зари предвещают ненастье.

Соль отсыревает, делается мягче — к сырой погоде.

Табак сыреет к ненастью.

Листья берёзы пожелтели — ожидай заморозков.

Если домашние птицы не прячутся от дождя, он ненадолго.

Краткосрочный прогноз зимой

Синица пищит утром — ночью будет мороз.

Длинные ветки ёлки перед метелью сгибаются, к ясной погоде распрямляются.

Вороны и галки кружатся в воздухе — будет снег.

Если вороны раскаркались всей стаей — к морозу, сидят на земле — к оттепели, устроились на нижних ветвях деревьев — ожидай ветра.

Курица на одной ноге стоит — к морозу.

Чем выше садится курица на насест, тем сильнее будет мороз.

Лошади спят стоя — к холоду, ложатся — к теплу.

Заяц приходит в сад — быть зиме суровой.

Дым без ветра на землю ложится — ожидай снега, поднимается из трубы столбом — к морозу, опускается из труб вниз и расстилается по земле — к оттепели.

Пушистый иней на деревьях и кустах — ожидай солнечный день.

Если ночью или рано утром при слабом ветре идёт сильный снег, днём установится ясная, солнечная погода.

Снежная крупа — признак близкой оттепели.



Яркая луна — к ясной погоде; бледная, в ореоле — к снегу.

Если после снегопада белка оставляет гнездо, спускается с дерева и бегаёт по снегу, скоро установится тихая погода.

Выстраиваются облака зимой полосами — быть теплу.

Если снег прекратился после обеда или вечером без прояснения неба, на следующий день ожидай снегопада.

В мороз на льду выступает вода — скоро наступит оттепель.

Красный огонь в печи — к морозу, белый — к оттепели.

Если жар в печи быстро гаснет, значит, будет оттепель.

Если вечером или ночью появился туман и быстро не рассеялся, утреннего заморозка не будет.

Подул северный ветер, облаков нет — будет мороз.

Лёд трещит — морозная погода установилась ненадолго.

Снег под ногами сильно скрипит, а голоса слышны далеко — быть похолоданию.

Если солнце всходит красное да ещё при красной заре, будет метель.

Ясный круторогий месяц — к морозу.

Звёзды мигают к холоду.

Если тучи идут против ветра, ожидай снега.

Появились тучи с севера — тепла не жди.

Падают большие снежинки — к оттепели.

Солнце садится в большое облако — возможен буран.

Если в мороз запотели оконницы, ожидай потепления.

Зимой тяга в печи сильная — ожидай мороза, слабая — к оттепели.

Чистый голубой цвет неба зимой — к ясной, устойчивой погоде.

Если днём ясно, а к вечеру при безветренной погоде всё небо постепенно покрывается туманным слоем низких слоистых облаков, мороз ослабеет и может выпасть небольшой снег.

Если небо белесоватое и тумана нет, вечерняя заря и заходящее солнце красны или багровы, ждите неустойчивой погоды без сильных морозов, но со снегопадами.

Если воробьи оживились и зачирикали в продолжительное ненастье, можно ожидать наступление ясной погоды.

Воробьи сидят на деревьях или на строениях тихо — будет снег, а дружно расчирикались — к потеплению.

Воробьи прячутся в укрытия, под крышу или забираются в кучи хвоста на мороз или к метели.

Снегирь под окном чирикает — к оттепели.

Сорока летает близко от жилья и стреху лезет — будет вьюга.

Кошка в печурку садится — к морозу, скребёт пол — к ветру и метели, стену царапает когтями — к непогоде, крепко спит или лежит брюхом вверх — к теплу.

Если ночью был иней, днём выпадет снег.

ПОСЛОВИЦЫ И ПОГОВОРКИ О ПОГОДЕ

Август собирает, а зима поедает.

В зимний холод всякий молод.

В зимней шубке и морозы — шутка.

Гусь лапу поджимает — холод вызывает.

Если чайка села в воду — жди хорошую погоду. Бродит чайка по песку — моряку сулит тоску (к непогоде).

Зима лодыря морозит.

Зима — не лето, в шубу одета.

Зимой солнце сквозь слёзы смеётся.

Летом пролежишь, а зимой с сумой побежишь.

Не бывает плохой погоды — бывает плохая одежда.

Погода — всем выгода, а слякоть — всем мученье.

Погода: один день блеснёт, а семь дней киснет.

Сбежались тучки в одну кучку — быть ненастью.

Серенькое утро — красный денёк.

Утром кричат синицы — к морозу.



ЗАГАДКИ

Без рук, без ног, под окном стучит, в избу просится (ветер).

Без рук, без ног, а ворота открывает (ветер).

Без рук, без ног воюет (ветер).

Без рук, без ног, а на гору ползёт (ветер).

Выше леса, а тоньше волоса (ветер).

Что без огня горит? (гроза.)

Царь кликнет, царь мигнёт, кого-то позовёт? (гроза.)

Кобыла заржёт на турецкой горе, жеребец откликнется на Сионской горе (гром и молния).

Тур ходит по горам, турица-то по долам, тур свистнет, турица-то мигнёт (гроза).

Что стучит без рук? (гром).

Сивый жеребец во (на) всё царство ржёт (гром).

До неба достанет, а от земли не видать (дождь).

Шёл долговяз, в сыру землю увяз (дождь).

Тонок, долог, голенаст, а в траве не видать (дождь).

Тонкий, высокий, упал в осоку, сам не вышел, а детей вывел (дождь и ручьи).

На землю падает, от земли не отлетает (дождь).

Стоит дуб без корня, без ветвей, сидит на нём птица вран; пришёл к нему старик без ног, снял его без рук, заколол без ножа, сварил без огня, съел без зубов (мороз).

Дедушка мост мостит без топора и без ножа (мороз).

Старик у ворот тепло уволок (мороз).

Летел верхом, кафтан без пол, лёг — шейку протянул, в щёлку заглянул (вьюга).

Ни в огне не горит, ни в воде не тонет (лед).

Кто мост мостит без ножа, без топора, без клиньев, без подклинков? (лёд).

Мостится мост без досок, без топора, без клина (лёд).

Заря-заряница, красная девица, врата запирала, по полю гуляла, ключи потеряла, месяц видел, а солнце скрало (роса).

Заря-зарянка, ключи потеряла, месяц пошёл, не нашёл, солнце взошло, ключи нашло (роса).

Шмыг под ворота, суконна борода (погода).

Вечером наземь слетает, ночь на земле пребывает, утром опять улетает (роса).

Скатерть бела, весь свет одела (снег).

На дворе в холоде горой, а в избе водой (снег).

Увидел мать, умер опять (снег).

Летит — молчит, сядет — молчит, а помрёт да сгниёт, так и заревёт (снег).

Зимой греет, весной тлеет, летом умирает, осенью оживает (снег).

К божьему мясоеду гусей щиплют (снег идёт).

Ни хилела, ни болела, а саван надела (земля, снег).

Летел порхан по всем торгам; бел балахон, без пол кафтан, без пуговиц (снег).

Отцова сундука не подынешь, матушкина столечника не скатаешь, братнина коня не обуздаешь (земля, снег, ветер).



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении нельзя не сказать, какие же сайты дают, на взгляд автора, наиболее достоверную информацию о погоде. Общеизвестно, что даже при современном развитии метеорологической науки и синоптических прогнозов достаточно точные сведения можно получить не более чем на два-три дня вперед. Поэтому, оценивая ресурсы, обратите внимание, на какой период времени даётся прогноз погоды! Например, для Северо-Запада — это ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» Росгидромета (<http://www.meteo.nw.ru/>). Для остальных регионов страны можно оценить погоду на сайте Гидрометцентр России (<https://meteoinfo.ru/forecasts/russia/>), введя в поисковую строку свой населённый пункт или регион, или интернет-журнал с широким и разнообразным меню Meteoweb.ru (<http://meteoweb.ru/>). Достаточно достоверные сведения предлагает сайт meteonovosti.ru (<http://www.hmn.ru/index.php>). Здесь вы сможете оценить погоду в разных точках планеты и обратиться к архивам погоды. Любопытный сайт «Погода и климат» (<http://www.pogodaiklimat.ru/>), благодаря которому можно узнать погоду в любой точке планеты, прогнозы погоды на трое суток, посмотреть архивы погоды с 2011 г. и её летопись. В любом случае «ищущий да обрящет», и каждый может сегодня найти то информационное пространство, где действительно путем сравнения и анализа можно выбрать «свой» сайт.

Замечательный метеоролог и писатель П.Д. Астапенко в своей книге «Вопросы о погоде» точно отметил, что о погоде люди судят не по книгам и учебникам, а по собственному опыту. Действительно, несмотря на научно-технические достижения последнего времени: бурное развитие интернет-технологий, IP-телефонию, построение и расширение информационного пространства, дистанционные метеорологические комплексы — погода останется, пожалуй, самой востребованной информацией нашего времени, а сотрудник метеорологической станции ещё долгое время останется главным действующим лицом в сети метеорологических наблюдений.

Поэт Юрий Левитанский как-то пророчески заметил в своём стихотворении:

И мы следим за сменой ненастий, морозов, снегопадов и дождей
Не меньше, чем за сменой династий, парламентов, правительств
и вождей.

Метеорологическая информация будет востребована всегда и всеми.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Анемометр — прибор для определения скорости ветра. Скорость ветра определяется по давлению ветра на движущуюся часть прибора — анемометрическую вертушку. Наиболее распространенным в метеорологии является портативный ручной анемометр, в котором приемной частью служат анемометрические полушария (чашки), укрепленные на вертикальной оси, — это чашечный анемометр, или анемометр Фусса.

Анеморумбометр — анемометр, соединенный с флюгером для определения направления ветра.

Аспирационный психрометр — прибор для измерения влажности воздуха, снабженный всасывающим вентилятором, который позволяет создавать вокруг резервуаров термометров ток воздуха с определенной скоростью. Вентилятор работает от заводной пружины.

Атмосфера — воздушная оболочка Земли, принимающая участие в её суточном и годовом вращении и являющаяся объектом изучения метеорологии. Земная атмосфера состоит из смеси газов. В вертикальном направлении атмосферу разделяют на несколько основных слоев: тропосферу (до 9—17 км), стратосферу (до 50—55 км), мезосферу (до 80—85 км), термосферу. По физико-химическим процессам выделяют также озоносферу (20—25 км), ионосферу (выше 70—80 км).

Атмосферное давление — давление, производимое атмосферой на находящиеся в ней предметы и на земную поверхность. Атмосферное давление в каждой точке атмосферы равно весу всего вышележащего столба воздуха. Давление на уровне моря на широте 45° при температуре воздуха 0 °C в среднем близко к тому давлению, какое производит столб ртути высотой 760 мм. Атмосферное давление убывает с высотой.

Барограф — прибор для непрерывной записи колебаний атмосферного давления. Состоит из приемной части, соединенной с пером системой рычагов, и барабана с лентой, вращаемого часовым механизмом. В зависимости от скорости вращения барабана различают суточный и недельный.

Барометр — прибор для измерения атмосферного давления. По принципу действия различают: жидкостные барометры, барометры-анероиды и др. Давление измеряется: в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.) и гектопаскалях (гПа). Нормальным считается давление 760 мм рт. ст. = 1013 гПа.

Барометр жидкостный — прибор для измерения атмосферного давления, представляющий собой систему сообщающихся сосудов, состоящую

из трубки, запаянной с одного конца, и чашки (чашечный барометр). Жидкостный барометр заполняется ртутью или легкими жидкостями (масла, глицерин). На метеорологических станциях применяют ртутные барометры. В чашечных барометрах атмосферное давление измеряется высотой столба ртути, уравновешивающего давление воздуха.

Барометр-анероид — прибор для измерения атмосферного давления по величине деформации упругой металлической коробки, из которой выкачан воздух. Шкала градуируется по ртутному барометру.

Бора — сильный и порывистый ветер, направленный вниз по горному склону и приносящий в зимнее время значительное похолодание. Наблюдается в местностях, где невысокий горный хребет граничит с морем. При зимних вторжениях холодного воздуха последний, переваливая через хребет, приобретает скорость до 40 м/с. (Новороссийская бора на Чёрном море, бора на Байкале (сарма), на о-ве Новая Земля).

Ветер — горизонтальное движение воздуха относительно земной поверхности. Направление ветра измеряется с помощью флюгера в румбах (направлений сторон горизонта). Скорость ветра определяется анемометром и выражается в м/с, км/ч, узлах или условных единицах (баллах).

Влажность воздуха — содержание водяного пара в воздухе.

Влажность абсолютная — масса водяного пара в единице объема воздуха (г/м^3).

Влажность относительная характеризует степень насыщения воздуха водяным паром, т. е. фактическое количество водяного пара в воздухе от максимально возможного при данной температуре. Выражается в процентах (от 0 до 100 %).

Воздух — смесь газов, составляющих земную атмосферу.

Гелиограф — стеклянный шар, который играет роль линзы, преломляющей солнечные лучи, с какой бы стороны они не падали. По длине прожжённых солнечным «зайчиком» участков специальной ленты, укрепленной за шаром, можно подсчитать время, в течение которого солнце не было закрыто облаками.

Гигрометр — прибор для измерения относительной влажности воздуха. В качестве приёмника влажности в волосяных гигрометрах служит обработанный, обезжиренный человеческий волос или пленка животного происхождения (в плёночных гигрометрах). Волосяные гигрометры показывают относительную влажность воздуха в процентах. Точность прибора составляет $\pm 5\%$.

Гидрометеорология — дисциплина, рассматривающая процессы, имеющие отношение как к метеорологическому, так и гидрологическому режиму (испарение, осадки, снежный покров).

Гидрометеоры — осадки, выделяющиеся из воздуха на поверхности земли в виде капелек, кристаллов или льда (дождь, снег, град) и на поверхностях предметов (роса, иней, изморозь).

Дождемер (или осадкомер) — установка для сбора и измерения количества твёрдых и жидких осадков, выпавших из облаков. Состоит из дождемерного ведра, устанавливаемого на деревянном столбе внутри специальной конусообразной защиты. Вариант дождемера с планочной защитой, предложенный Третьяковым, называется осадкомером Третьякова.

Климат — многолетний режим погоды, т. е. усреднённая статистическая совокупность всех погодных ситуаций, когда-либо наблюдавшихся в данной местности в силу её географического положения за весь ряд метеорологических наблюдений.

Метеорология — наука о строении атмосферы, её свойствах и протекающих в ней физических процессах.

Метеорологическая (психрометрическая) *будка* — будка особой конструкции, окрашенная в белый цвет; предохраняет находящиеся внутри неё приборы от действия солнечной радиации, ветра и дождя, а положение на высоте 2 м над землёй защищает приборы от излучения земной поверхности и окружающих предметов.

Метеорологическая площадка — площадка метеорологической станции под открытым небом на типичном для окружающей местности участке для размещения метеорологических приборов.

Метеорологические величины — элементы погоды, которые можно измерить (температура, влажность воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра, количество осадков, дальность видимости, количество и высота облаков).

Метеорологические явления — это явления, наблюдаемые в атмосфере, такие как туман, гололёд, метель, пыльные и песчаные бури, грозы и т. п. Инструментально их измерить невозможно. Их интенсивность определяют с помощью терминов «слабый», «умеренный», «сильный», «мощный».

Облака — взвешенные в атмосфере продукты конденсации водяного пара — капли воды или кристаллы льда.

Опасные метеорологические явления (ОЯ) — исключительно сильные и продолжительные осадки: дожди, ливни, снегопады, гололед, а также изморозь на проводах и деревьях, метели с заносами, туманы, ураганные ветры, штормы и смерчи, суховеи, резкие ранние или поздние заморозки.

Осадки (гидрометеоры) — вода в жидком и твердом состоянии, выпадающая из облаков или осаждающаяся из воздуха на поверхности земли и на предметах. Из облаков осадки выпадают в виде дождя, мороси, снега, мокрого снега, снежной и ледяной крупы, снежных зерен, града, ледяного дождя и ледяных игл. Из воздуха выделяются роса, иней, изморозь. Количество осадков выражают в миллиметрах слоя воды, который образовался бы от выпадения осадков, если бы они не испарялись, не просачивались в почву и не стекали.

Плювиограф — самописец для регистрации количества жидких осадков, их интенсивности и времени выпадения.

Психрометр — прибор для измерения влажности воздуха, состоящий из пары термометров, сухого и смоченного, укрепленных вертикально на специальном штативе. По разности показаний сухого и смоченного термометров определяют влажность воздуха.

Погода — это состояние атмосферы в данный момент или отрезок времени, характеризующееся совокупностью метеорологических величин и явлений.

Температура воздуха — это температура, показываемая термометром в условиях его полного теплового контакта с атмосферным воздухом. За температуру воздуха у земной поверхности принимается температура, измеренная термометром, установленным на высоте 2 м над уровнем Земли, причем вдали от зданий и сооружений, защищенным от действия прямых солнечных лучей и хорошо вентилируемым.

Термограф — самописец, регистрирующий изменения температуры воздуха.

Термометр — прибор для измерения температуры воздуха. По принципу действия термометры делятся на жидкостные, газовые, деформационные (биметаллические), электрические. Термометр при барометре называют иногда термометр-атташе.

Термометр минимальный — это спиртовой термометр, внутри капилляра которого свободно плавает штифт с небольшими утолщениями на концах. По положению правого конца штифта определяют минимальную температуру за наблюдаемый период.

Термометр максимальный — ртутный термометр, применяемый на метеорологических станциях для фиксирования самой высокой температуры между сроками наблюдений со шкалой деления, отградуированной через 0,5°. При повышении температуры ртуть свободно перемещается только вверх. При понижении температуры столбик ртути останется неподвижным, благодаря конструктивным особенностям резервуара.

Термометр почвенный — ртутный термометр для измерения температуры поверхности почвы с цилиндрическим резервуаром и шкалой, разделенной через 0,5°.

Термометр ртутный — жидкостный термометр, наполненный химически чистой ртутью. В практике метеорологических наблюдений применяются ртутные термометры: психрометрический, срочный, максимальный, почвенные. Ртутные термометры применяются при температурах выше -35°C .

Термометр срочный — это ртутный термометр с цилиндрическим резервуаром и шкалой, разделенной через 0,2 — 0,5 °C. Применяется для измерения температуры на поверхности почвы. Температура определяется по положению столбика ртути.

Флюгер — установка для определения направления ветра. Состоит из флюгарки и креста румбов (относительно направлений сторон света).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас облаков. Л.: Гидрометеиздат, 1957.
2. Атлас облаков СПб: д'Арт, 2011. 248 с. URL: <http://voeikovmgo.ru/download/publikacii/2011/Atlas.pdf> (дата обращения 01.12.2022).
3. Астапенко П.Д. Вопросы о погоде (что мы о ней знаем и чего не знаем). Л.: Гидрометеиздат, 1986. 392 с.
4. Борисенков Е.П., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычных явлений природы. М.: Мысль, 1988. 522 с.
5. Даль В. Пословицы и поговорки русского народа. М.: Аргументы недели, 2021. 544 с.
6. Некрасов П.И. Краткий курс метеорологии. М.: Сельхозгиз. 1939. 160 с.
7. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3, ч. 1. Метеорологические наблюдения на станциях. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 302 с.
8. Очерки по истории гидрометеорологической службы России. Т. 1. СПб: Росгидромет, 2009. 297 с.
9. Пинегин Н.В. В ледяных просторах. Экспедиция Г. Я. Седова к Северному полюсу 1912—1914 г. 2-е изд., испр. и доп. Л.: Изд-во писателей в Ленинграде, 1933. 306 с.
10. Успенский Л.В. Записки старого петербуржца. Л.: Лениздат, 1970. 511 с.
11. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 568 с.

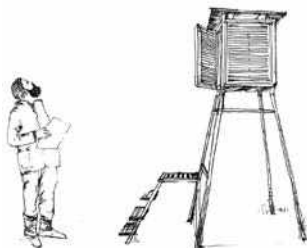
Интернет сайты:

Мир путешествий и приключений: <http://www.outdoors.ru/weather/prediction1.php>

Pogoda.ru <http://pogoda.ru/poslovicy.htm>

Метеорология и климатология <http://www.miriklimat.ru>

Интерактивный учебник по метеорологии <http://www.dvgu.ru/meteo/book/meteo-book.html>



МОНОГРАФИЯ

Андрей Юрьевич Иванов
ПОСОБИЕ ПО ОРГАНИЗАЦИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ
В ШКОЛЕ
КНИГА ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ И УЧАЩИХСЯ.

Художник: Алексей Юрьевич Иванов

Подписано в печать 09.01.2023
Формат 60×90 1/16
Тираж 1000

Печать офсетная
Печ. л. 6,5
Заказ №

Отпечатано ИП Келлер Т.Ю.
194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Менделеевская, 9.