

М.Ю. Червяков, Е.В. Демидова, Н.В. Семенова,
Е.И. Митюкова, О.С. Давыдова

НАБЛЮДАЕМ ЗА ПОГОДОЙ



Саратовский национальный исследовательский
государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского

М.Ю. Червяков, Е.В. Демидова, Н.В. Семенова,
Е.И. Митюкова, О.С. Давыдова

Наблюдаем за погодой

Учебно-методическое пособие для студентов,
обучающихся по направлениям 05.03.05 "Прикладная
гидрометеорология", 44.03.01 "Педагогическое
образование" (профиль География), учителей и
учащихся младших, средних и старших классов
образовательных учреждений России



Публикация осуществлена при финансовой поддержке
Всероссийской общественной организации
"Русское географическое общество"

УДК 551.5 + 374

Червяков М.Ю., Демидова Е.В., Семенова Н.В., Митюкова Е.И., Давыдова О.С. Наблюдаем за погодой. Учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлениям 05.03.05 "Прикладная гидрометеорология", 44.03.01 "Педагогическое образование" (профиль География), учителей и учащихся младших, средних и старших классов образовательных учреждений России - Саратов: ИЦ "Наука", 2023. - 208 с.
ISBN 978-5-9999-3647-9

Аннотация:

Учебно-методическое пособие "Наблюдаем за погодой" представлено в виде материалов Научно-образовательного проекта "Метеорологика", которые рекомендуется использовать студентам географических факультетов при проведении педагогических и научно-педагогических практик со школьниками, учителям при проведении занятий с учащимися, а также Молодёжным клубам РГО для работы с молодёжью.

Пособие рекомендуется использовать учителям в качестве дополнительного материала при изучении разделов географии, связанных с атмосферой, погодой, климатом и экологией. Материалы пособия могут использоваться на уроках "Географии", "Природоведения", "Экологии", в начальной школе - по предмету "Окружающий мир" и на индивидуально-групповых занятиях, в группах продленного дня, при организации различных факультативов для учеников школ широкой возрастной категории.

Занятия, которые можно проводить по материалам пособия, направлены на расширение кругозора, активизацию любознательности, познавательной активности у подростков, формирование элементарных практических навыков наблюдения за природными и погодными явлениями.

Коллектив авторов выражает благодарность студентам-метеорологам СГУ имени Н.Г. Чернышевского, помогавшим при подготовке разделов пособия: Антону Чересову, Анжелике Филатовой, Егору Ситниченко, Роману Юхмину, Марине Миненко, Якову Нейштадт.

Рекомендовано к печати кафедрой метеорологии и климатологии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского.

Рецензенты:

- старший методист кафедры гуманитарного образования Саратовского областного института развития образования, почетный работник общего образования Российской Федерации Гришечко Алла Васильевна.
- кандидат географических наук, доцент кафедры экономической и социальной географии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского Макарецва Людмила Валентиновна.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Введение	6
Измерение температуры воздуха и почвы	7
Измерение влажности воздуха	41
Измерение атмосферного давления	71
Наблюдения за облачностью	101
Наблюдения за атмосферными явлениями холодного периода года	151
Заключение	204
Список использованных источников	205
Ключи к викторинам	208

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное пособие может быть полезно всем, кто интересуется погодой и погодными явлениями. В нем, наряду с методами наблюдений, применяемыми на метеостанциях, предложены варианты того, как можно провести наблюдения и измерения характеристик погоды самостоятельно, используя простые и доступные средства. Впоследствии на основании собственных наблюдений и их сравнительного анализа с наблюдениями подразделений Росгидромета вашего города или района можно написать научно-исследовательскую работу на школьную конференцию.

В пособии представлены краткие сведения о том, как на метеорологических станциях организованы наблюдения за температурой воздуха и почвы, влажностью воздуха, атмосферным давлением, облаками и атмосферными явлениями, которые можно наблюдать в переходные сезоны года и зимой.

Пособие содержит рамки-определители: "Облака" и атмосферные явления холодного периода года - "Туманы, метели и явления, вызванные переносом снега ветром" и "Осадки, выпадающие на поверхность земли и образующиеся на поверхности предметов" с описанием этих явлений и руководством к использованию.

К каждому разделу подобраны ссылки на дополнительные материалы:

- о метеорологии, погоде и погодных явлениях подкаста "Meteo Life";

- совместного образовательного проекта Радио Маяк-Саратов, Саратовского отделения РГО, Молодёжного клуба РГО в Саратове и кафедры метеорологии и климатологии СГУ;

- образовательные материалы (мини-лекции, мастер-классы, информационные карточки и др. продукция) онлайн-школы "Online - Meteo", которые помогут системному изучению и пониманию тем, рассматриваемых в пособии.

В конце каждой темы для закрепления материала предложены небольшие задания и вопросы, которые можно использовать для проведения викторин.

ВВЕДЕНИЕ

Основная деятельность человека протекает в приземном слое атмосферы, которая является газовой оболочкой нашей планеты. Атмосфере свойственны некоторые режимы, определяемые влажностью, температурой, давлением, ветром, облачностью, выпадением либо отсутствием осадков и другими характеристиками. Кратковременные значения и сочетания этих характеристик есть то, что мы называем погодой. Другими словами, погода - это состояние атмосферы в определенный момент или период времени, описываемое некоторыми характеристиками.

Перед началом изучения приборов и методик наблюдения за погодой предлагаем ознакомиться:

с аудиоматериалами подкаста "Meteo Life":

- о существующих на сегодняшний день методах наблюдения за погодой
- о том, какие наблюдения проводятся на метеорологических станциях
- о том, что такое радиозонд
- о слоях атмосферы

а также **с мини-лекцией "Ее величество погода!"** онлайн-школы "Online - Meteo".



Наведите камеру



Наведите камеру

1. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ПОЧВЫ

Понятия "теплота" и "температура"

В обычной разговорной речи слово "теплота" часто означает синоним температуры, но в науке эти слова означают совершенно разные понятия.

Температура - это "степень нагретости" по определенной шкале.

Теплотой же называют энергию, которая делает предметы горячее, расплавляет твердые вещества или способствует испарению жидкости.

Понятие "температура" используется всеми практически каждый день. Если мы посмотрим на любой прогноз погоды, то температуре воздуха всегда отводится особое значение. Она стоит на переднем плане. И это не случайно. Именно температуру большинство людей хотят знать в первую очередь, чтобы понимать, насколько тепло надо одеваться при выходе на улицу, чтобы не перегреться или не замерзнуть и в результате не простудиться.

Знание фактической и прогнозируемой температуры воздуха важно как для простых людей, так и для коммунальных служб, сельского хозяйства и других отраслей экономики, которым заранее

необходимо знать о возможных заморозках, оттепелях, повышенной температуре (или, как ее часто в быту называют, жаре), чтобы заранее подготовиться к ним и уменьшить негативные последствия этих явлений.

Данные о температуре почвы на различных глубинах широко используются при проектировании, строительстве, теплотехнических расчетах.



Термометр

Название - термометр - с греческого переводится ("therme" тепло + "metreo" измеряю). Т.е. дословно - **"измеряющий тепло"**.

Термометр люди используют постоянно, и в быту, и в исследовательских целях. Мы измеряем им температуру собственного тела, когда нам кажется, что заболели, используем его для контроля температуры воды при купании (особенно это касается купания грудничков). Термометры присутствуют в духовке (для контроля температуры при приготовлении пищи), у некоторых видов холодильников и морозильных камер.

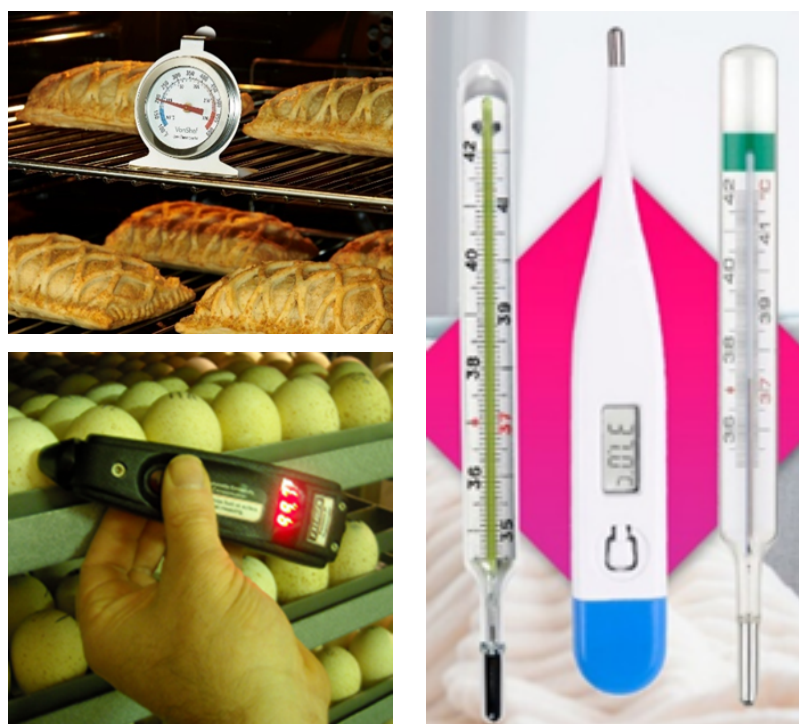


Рис. 1.1 Виды бытовых термометров

Есть отдельные виды термометров, которые встраиваются в бытовые и промышленные приборы, например, в инкубаторы и отопительные котлы, используются на транспортных средствах: автомобилях, летательных аппаратах и на морских судах.

Если мы будем говорить о термометрах в контексте метеорологии, то стоит отметить, что это самый распространенный прибор на метеоплощадке. В соответствии с ГОСТом применяется 10 видов метеорологических термометров! Ими измеряют фактические и предельные (минимальные и максимальные) температуры воздуха и почвы, температуру почвы на поверхности и на различных глубинах, температуру воды. Есть термометры, которые используются как дополнительные и сопутствующие в других метеорологических и актинометрических приборах. Их встраивают в барометры, измеряющие атмосферное давление, и гальванометры, необходимые для измерения солнечной радиации.

Кроме того, с помощью двух психрометрических термометров можно определить не только температуру, но и характеристики влажности воздуха, если резервуар одного из них специальным образом смочить. Этот метод измерения влажности с помощью термометров называют психрометрическим.

Поэтому термометр, безусловно, можно назвать королем всех метеорологических приборов. А сама температура является одной из основных характеристик погоды и климата.



Рис. 1.2 Наблюдения за температурой с помощью различных термометров

Для измерения температуры используют различные типы термометров: жидкостные, термоэлектрические, электротермометры сопротивления и деформационные термометры.

В метеорологии наиболее распространены жидкостные термометры. Принцип их работы основан на свойстве жидкости изменять свой объем под влиянием нагревания или охлаждения. В качестве основных жидкостей в них используются ртуть и спирт.

Температура по Международной практической шкале (МПШ) выражается в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$). Интервал между точками плавления льда (0°C) и кипения воды (100°C) разделен на 100 равных частей; $1/100$ часть соответствует 1°C . Отсчеты во всех метеорологических термометрах делают с точностью $0,1^{\circ}\text{C}$.

Еще больше интересной информации о температуре и термическом режиме атмосферы, неблагоприятном воздействии резких перепадов температуры на людей и растения, а также о вероятных последствиях потепления климата в мировом масштабе смотрите в мини-лекции "Температура в природе и в быту".



Наведите камеру

Рассмотрим отдельные виды термометров, применяемых на метеостанциях.

Минимальный и максимальный термометры

Для некоторых отраслей экономики, в том числе для сельского хозяйства, необходимо знать, какие в течение суток были экстремальные (предельные) значения температуры.

Ведь часто минимальных или максимальных значений температура в течение суток достигает не в стандартные сроки её измерения (метеорологи измеряют температуру на метеостанциях каждые три часа), а между ними. И для того, чтобы зафиксировать эти экстремумы, и были изобретены максимальный и минимальный термометры.

Чтобы понять, как они выполняют свои функции сохранения экстремально низких либо высоких значений температуры, остановимся немного на конструктивных особенностях этих приборов.

В максимальном термометре в качестве основной жидкости используется ртуть, в минимальном - спирт. Цена деления шкалы этих термометров - $0,5^{\circ}\text{C}$. В обоих приборах присутствует штифт. Но располагается он по-разному.

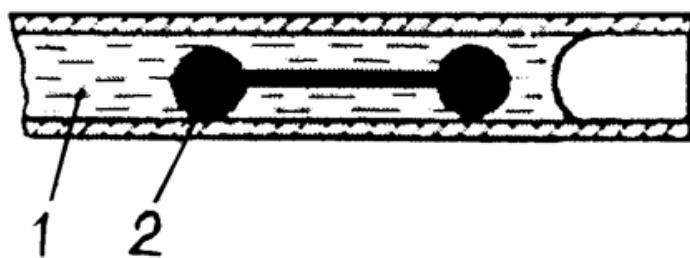


Рис. 1.3 Приспособление для отсчета минимальных показаний термометра: 1 - капилляр; 2- штифт

Минимальный термометр представляет собой спиртовой термометр и служит для определения самой низкой температуры между сроками наблюдений.

Внутри капилляра такого термометра в спирту находится лёгкий небольшой штифтик из темного стекла размером 12-13 мм с утолщениями в виде головок на концах, который может свободно двигаться внутри капилляра. При понижении температуры столбик спирта укорачивается, поверхностная пленка спирта приходит в соприкосновение с головкой штифта и увлекает его в сторону уменьшения показаний (т.к. сила трения головок о стенки капилляра значительно меньше силы сопротивления поверхностной пленки, штифтик не сможет прорвать пленку и поэтому будет отходить к резервуару). Когда же вследствие повышения температуры столбик спирта удлиняется, расширяясь свободно, он будет обтекать штифтик, не сдвигая его с места. Штифт остается на месте благодаря трению головок о стенки, фиксируя деление шкалы, указывающее минимальную температуру воздуха. При горизонтальном положении термометра тот конец штифта, который находится ближе к поверхности столбика спирта, показывает самую низкую температуру со времени последней установки штифта. Метеорологи еще фиксируют и показания термометра по концу спиртового столбика, которое должно соответствовать температуре окружающей среды в момент отсчета. Подготовить минимальный термометр вновь к наблюдениям можно так:

поднять его резервуар кверху и дождаться, чтобы штифтик дошел до поверхности спирта и установить на свое место на штативе или на почве горизонтально.

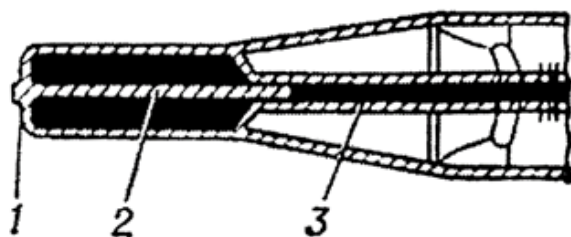


Рис. 1.4 Приспособление для сохранения максимальных показаний термометра: 1- резервуар; 2 - штифт; 3 - капилляр

Максимальный термометр служит для измерения самой высокой (максимальной) температуры за период между сроками наблюдений.

В резервуар максимального термометра одним концом впаян штифт, а другой довольно плотно входит в капилляр. Наличие этого штифта создает сужение капилляра при выходе из резервуара. При повышении температуры ртуть из резервуара поднимается за счет силы расширения ртути, превышающей молекулярное сцепление, несмотря на мешающий и сужающий проход штифт. Но при понижении температуры ртуть не может вернуться обратно, т.к. в месте сужения встретится с большим трением. Вследствие того, что силы, которые будут заставлять ртуть идти в резервуар, небольшие, то

силы трения в месте сужения превысят силы сцепления ртути, и в этом месте произойдет разрыв ртути на две части — одна быстро уходит в резервуар, а вторая часть остается в капилляре, заполняя его от деления, при котором началось понижение температуры до места обрыва, фиксируя тем самым наивысшее значение температуры в данный промежуток времени.

Чтобы вновь запустить максимальный термометр и приготовить его к работе, нужно его встряхнуть 2-3 раза, взяв за середину, чтобы ртуть вернулась обратно в резервуар.

Психрометрические будки - установки для измерения температуры и влажности воздуха.

Задумывались ли вы над тем, что термометр, прикрепленный с наружной стороны окна, показывает не совсем верную температуру? На значения температуры оказывают влияние такие факторы, как солнечная радиация, скорость ветра, осадки и предмет, к которому прикреплен прибор.

На метеостанциях измеряют "истинную температуру". Для этого необходимо исключить, или максимально уменьшить влияние вышеперечисленных факторов.

Температуру и влажность воздуха на метеоплощадке измеряют в специальной жалюзийной будке, установленной на такой высоте, чтобы приемная поверхность термометров, располагающихся в ней, была на высоте двух метров от земли с травянистым покровом. В этом случае благодаря перемешиванию воздуха на показания установленных в ней термометров уже не влияют "местные возмущения" температуры воздуха, возникающие над поверхностью почвы вследствие неравномерности и неодинаковости подстилающей поверхности в месте наблюдений.

Будка имеет специальные металлические стойки в виде усеченной пирамиды для придания им лучшей устойчивости.

Современная психрометрическая будка на метеостанции в Учебно-научном центре СГУ Ботанический сад (г. Саратов) изображена на рисунке 1.5.



Рис. 1.5. Психрометрическая будка с лесенкой на метеостанции в Учебно-научном центре СГУ Ботанический сад, г. Саратов

Все три стенки и открывающаяся дверца будки сделаны из двойного ряда тонких деревянных планок - жалюзи (отсюда и название - жалюзийная), каждая деревянная пластинка которых крепится на расстоянии 2,5 сантиметров друг от друга под углом 45 градусов к горизонтальной плоскости. Такие жалюзи защищают термометры от попадания на них прямой солнечной радиации и вместе с тем обеспечивают к ним свободный доступ воздуха.

Пол будки состоит из трёх досок, причем средняя доска укреплена несколько выше двух крайних для улучшения вентиляции будки. Крыша наклонена в сторону, противоположную дверце, и немного выдаётся со всех сторон будки и укреплена над потолком так, чтобы между нею и потолком свободно протекал воздух.

Таким образом, в отличие от бытовых термометров, которые показывают завышенную или заниженную температуру, термометры в метеорологической будке показывают «истинную» температуру, не искажённую какими-либо факторами окружающей среды.

Будка располагается в центре метеорологической площадки и ориентируется дверцей на север с тем, чтобы во время проведения отсчетов наблюдателем солнечные лучи не могли попасть на термометры.

Как располагаются термометры в метеорологической будке

Внутри будки к средней доске прикреплен штатив, на котором устанавливаются вертикально два психрометрических термометра. Слева всегда сухой (по нему отсчитывают температуру воздуха), а справа - смоченный (его резервуар обернут специальной белой тканью - батистом, конец которого перед измерениями помещается в сосуд с дистиллированной водой, т. е. смачивается водой). Подробнее о них будет рассмотрено в главе об измерении влажности воздуха.



Рис. 1.6 Расположение термометров в современной психрометрической будке со штативом для термометров

Максимальный и минимальный термометры располагаются резервуарами к востоку на особых дугообразных лапках, прикрепленных к нижней перекладине штатива.

Максимальный термометр устанавливается на верхней паре лапок с небольшим наклоном в сторону резервуара, на нижней паре лапок - установленный горизонтально минимальный термометр.

Как измеряют температуру в психрометрической будке?

На время измерений дверцу будки открывают и по возможности быстро отсчитывают и записывают в книжку для наблюдений показания термометров с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$ в определенном порядке: сухой, смоченный, минимальный (спирт), максимальный, минимальный (штифт). После этого максимальный термометр встряхивают, а штифт минимального термометра подводят к мениску спирта.



Следует помнить, что, когда вы открываете дверцу или сильно наклоняетесь к термометрам, либо освещаете их фонариком или лампочкой ночью, температура быстро изменяется. Именно поэтому метеорологи-наблюдатели по всем термометрам сначала отсчитывают десятые доли градуса, а уже затем целые.

Измерение температуры почвы

На метеорологических станциях наблюдения за температурой почвы осуществляются как на поверхности почвы, так и на различных глубинах от 5 см до 3 м 20 см.

Измерение температуры поверхности почвы

Для измерения температуры поверхности почвы и снежного покрова на юге метеоплощадки выбирают участок размером 4 на 6 м, который очищают от травяного покрова, а почву взрыхляют.

Для измерений используют срочный, максимальный и минимальный термометры.

Срочный термометр применяется для измерения температуры поверхности почвы и снежного покрова в данный момент (сроки наблюдений). Это ртутный термометр с цилиндрическим резервуаром. Он имеет вставную шкалу с ценой деления $0,5^{\circ}\text{C}$.

Термометры устанавливают в середине оголенной площадки на расстоянии 5 - 6 см один от другого резервуарами на восток в такой последовательности: первый с севера – срочный - для измерения температуры поверхности почвы и



Рис. 1.7 Наблюдения за температурой поверхности почвы и температурой почвы на глубинах 5-20 см с помощью Савиновских термометров на учебной метеорологической станции СГУ

снежного покрова; второй – минимальный; третий, с небольшим уклоном в сторону резервуара, чтобы ртуть в капилляре не отходила от резервуара – максимальный. Устанавливают термометры в небольших углублениях, сделанных легким вдавливанием термометров в почву, чтобы резервуары и наружная оболочка термометров были наполовину углублены в почву, и резервуары плотно прикасались к почве.

Летом при высоких температурах почвы минимальный термометр может выйти из строя, поэтому на день (после срока 07 часов) его убирают, предварительно отсчитав показания по спирту и штифту, и вновь устанавливают за полчаса до срока 19 часов.

Измерение температуры почвы на разных глубинах

Для измерения температуры почвы на разных глубинах на метеостанциях применяются коленчатые и вытяжные почвенно-глубинные термометры.

Коленчатые термометры Савинова (ртутные) *служат для измерения температуры почвы на глубинах 5, 10, 15 и 20 см (пахотный слой).* Комплект из четырех термометров с вставной шкалой с ценой деления $0,5^{\circ}\text{C}$ устанавливают весной после оттаивания почвы и убирают осенью.

Конструктивная особенность таких термометров позволяет измерять температуру именно в слое почвы: несколько выше резервуара термометры Савинова изогнуты под углом 135° . Капилляр от резервуара до начала шкалы изолирован теплоизоляционным материалом для уменьшения влияния на показание термометра слоя почвы, лежащего над его резервуаром. Это обеспечивает более точное измерение температуры на той глубине, на которой установлен резервуар.

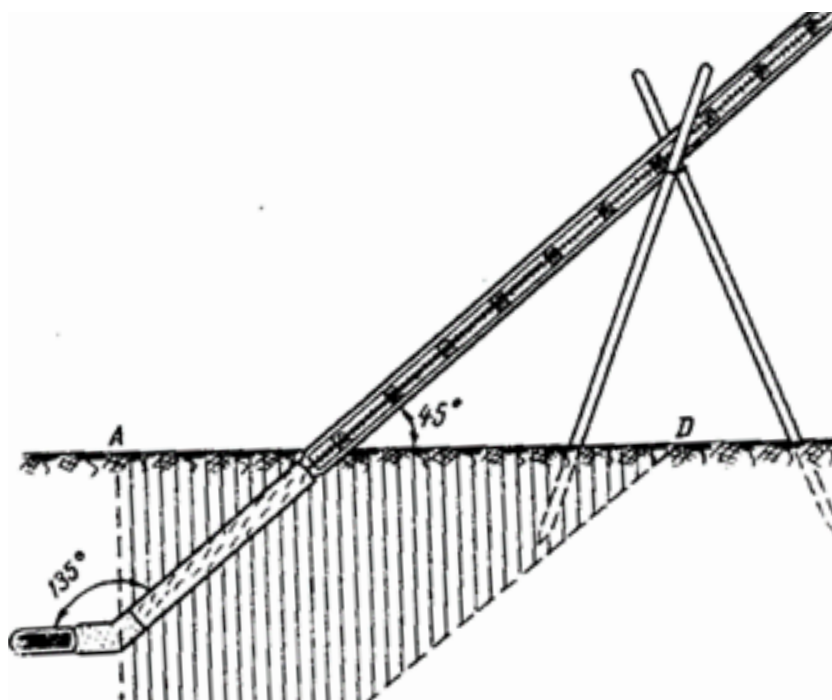


Рис. 1.8 Установка коленчатых термометров

Термометры Савинова устанавливают на одной площадке с термометрами для измерения температуры поверхности почвы в направлении с востока на запад в порядке возрастания глубин на расстоянии около 10 см друг от друга.

Резервуары термометров должны быть обращены на север. Для устойчивости выступающую часть приборов подпирают рогаткой.

Вытяжные ртутные термометры служат для измерения температуры почвы на глубинах 20, 40, 60, 80, 120, 160, 240 и 320 см. Они имеют цену деления $0,2^{\circ}\text{C}$.

Эти термометры размещают на открытом месте с естественным покровом на расстоянии 3-4 метров к востоку от коленчатых термометров. Наблюдения по ним ведут круглый год.

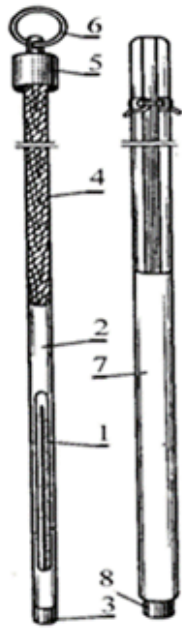


Рис. 1.9 Устройство
вытяжного термометра

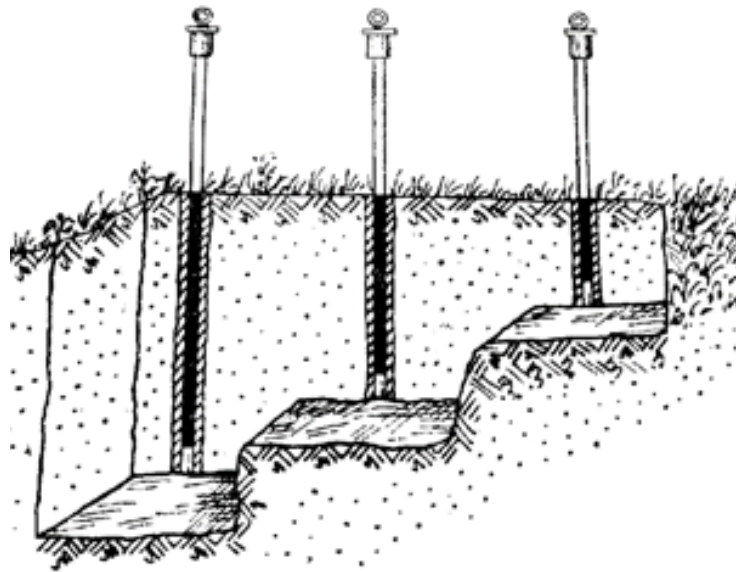


Рис. 1.10 Траншея для вытяжных
термометров

С целью уменьшения влияния внешней среды в момент отсчета термометр (1) вмонтирован в специальную оправу (2) с металлическим наконечником (3). Для лучшего теплового контакта и увеличения инерции термометра пространство между резервуаром термометра и стенками наконечника заполнено медными опилками. Оправа с термометром крепится на деревянном шесте (4), длина которого зависит от глубины установки термометра. Шест заканчивается колпачком (5) с кольцом (6), за которое термометр вынимают из почвы.

Деревянный шест с укрепленным на нем термометром опускают в пластмассовую или эбонитовую трубу (7), имеющую на нижнем конце колпачок (8).

Такие трубы, обладающие плохой теплопроводностью, сводят к минимуму обмен теплом между верхними слоями почвы и термометром.

Производство измерений с помощью вытяжных термометров

Чтобы почва вокруг термометров не уплотнялась, отсчет по ним производится со специального откидного помоста, расположенного с северной стороны от термометров на расстоянии 30 см на одном уровне с верхним концом труб.

Для того, чтобы произвести измерения с помощью вытяжного термометра, необходимо вынуть его из



Рис. 1.11 Отсчет показаний по вытяжным термометрам на учебной метеорологической станции СГУ

трубы за кольцо и быстро отсчитать показания (сначала десятые доли, а потом целые градусы). Отсчеты по термометрам, расположенным на глубине 80 см и более, производят только один раз в сутки, так как с этой глубины суточные колебания температур затухают.

Самостоятельные измерения температуры

Конечно, для любительских измерений профессиональные метеорологические термометры дороги. В том случае, если на территории школы либо приусадебного участка вы решите обустроить место для измерения температуры почвы на небольших глубинах, то советуем приобрести термометры сопротивления (электронные датчики, предназначенные для измерения температуры). Их можно заказать и купить в Интернет-магазинах. Например, цифровой электронный термометр с выносным датчиком температуры ESPADA TPM-10 (диапазон температур от - 50 до + 110 ° C).

Эти приборы предназначены для измерения температуры в помещении и на улице. Они недороги и хорошо зарекомендовали себя у Научного студенческого общества кафедры метеорологии и климатологии СГУ, которое применяет их на учебной метеостанции для работы со студентами.



Рис. 1.12 Цифровой электронный термометр с выносным датчиком температуры ESPADA TPM-10



Рис. 1.13 Установка электронного термометра с выносным датчиком температуры ESPADA TPM-10

Как можно самостоятельно наблюдать за температурой почвы на глубинах с помощью цифрового электронного термометра?

Можно установить такие термометры в специальные пластиковые трубы: вкопать вертикально пластиковые трубы на нужные глубины, так, чтобы их верхний край располагался на 20-25 см выше поверхности почвы. В трубы во время измерений необходимо вставлять термометры.

Для этого предварительно их закрепляют скотчем на деревянных планках такого диаметра, чтобы они легко входили в трубы. Датчик температуры располагают внизу планки вровень с ее нижним краем так, чтобы при погружении в трубку он слегка касался почвы. Лишний провод обматывают вокруг планок и закрепляют скотчем. Цифровой дисплей укрепляется скотчем в верхней части планки. По нему мы и смотрим значения температуры на глубинах.

В нашем случае на учебной метеоплощадке СГУ проводятся наблюдения с помощью таких термометров на глубинах 20 и 30 сантиметров.

После измерений термометры уносятся в помещение, а отверстия у труб закрываются крышечками, чтобы туда не попадал мусор и вода (на фотографии 1.13 они лежат рядом с трубами). Можно их сделать из пластиковых крышек от витаминов, а внутрь прикрепить (приклеить суперклеем) тонкие трубки.

Можно использовать и любые другие материалы. Главное, чтобы крышки сидели прочно, и ветром их не уносило.

Подойдут такие термометры и для того, чтобы школьники смогли проанализировать изменения температуры с глубиной в течение суток (сезона), а также измерять температуру воздуха.



Рис. 1.14. Закрепление датчика на деревянной планке

Если вас заинтересовала тема измерения температуры с помощью термометров, то советуем посмотреть:

- мастер-класс "Измеряем температуру почвы", в котором показано, как в условиях метеорологической станции измеряют температуру по Савиновским и вытяжным термометрам.

- видеосюжет "Термометры", в котором вы узнаете о многообразии термометров, их особенностях и порядке измерения. А также о разных свойствах термометрических жидкостей - спирта и ртути, которые нужно учитывать при наблюдении по термометрам.



Наведите камеру



Наведите камеру

Рекомендуемые аудиоматериалы подкаста "Meteo Life":

- Что такое температура
- Термометр
- История термометра



Наведите камеру

Предлагаем также воспользоваться образовательными материалами онлайн-школы "Online - Meteo":

- Информационные карточки с актуальными на сегодняшний день температурными рекордами;

- Информационные карточки "История и эволюция термометров от истоков до наших дней"



Наведите камеру

Задание:

Наверняка у многих есть уличный термометр, а может быть даже домашняя метеорологическая станция, по которой вы всегда узнаете температуру, прежде чем выйти на улицу. Предлагаем понаблюдать за температурой и ее изменением в течение суток, при длительных наблюдениях - от сезона к сезону.

Для этого нужно завести Дневник наблюдений. Сделать его несложно. Это может быть обычная тетрадка, куда вы будете регулярно записывать значения температуры. Единственное условие - время наблюдений должно быть примерно одно и то же (как и на метеорологической станции, в строго установленные сроки).

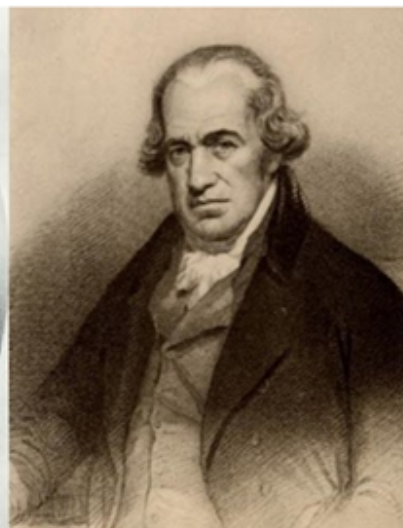
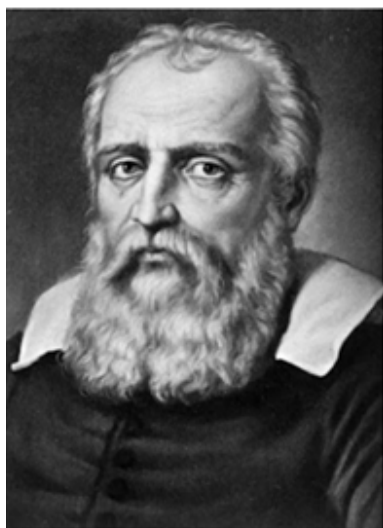
Например, вы выходите в школу в определенное время, пусть это будет ваше первое наблюдение, а когда пришли из школы - второе, ну и вечером (назначьте себе время) - третье.

Потом эти данные можно сравнить, построив графики. Если вы получите длительный ряд наблюдений, то можете по этим данным сделать доклад об изменении температурного режима в вашей местности в течение суток (сезона(ов)) и даже выступить с ним на школьной конференции.

Викторина "Температура - важная характеристика окружающей среды"

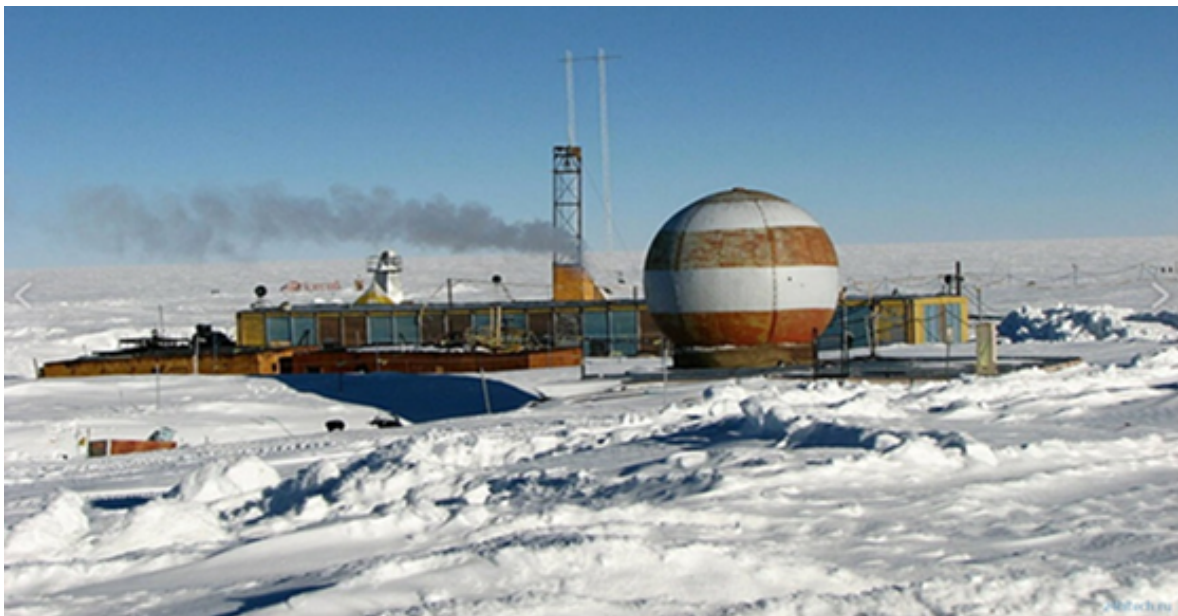
Отвечая на вопросы, необходимо выбрать и отметить (подчеркнуть или обвести) только **один** вариант ответа.

1. На фотографиях перед вами трое великих ученых – Галилей, Цельсий и Фаренгейт, сыгравших огромную роль в метеорологии. Кто из них является создателем первого пригодного для практического использования стеклянного ртутного термометра по типу современных?



- а) Галилео Галилей
- б) Габриэль Даниэль Фаренгейт
- в) Андерс Цельсий

2. За всю историю метеорологических инструментальных измерений минимальная температура воздуха вблизи поверхности Земли была зафиксирована в Антарктиде 23 июля 1983 года. Рекорд получен в результате непосредственных наземных измерений на антарктической станции и составил $-89,2$ градуса Цельсия. Однако, на континенте неоднократно фиксировались и более низкие температуры, но все эти данные были получены с помощью спутниковых измерений. Например, 10 августа 2010 года с помощью спутника "Landsat - 8" в районе станции "Купол Фудзи" (японская антарктическая станция, а также вершина ледового щита в восточной части Антарктиды) была зафиксирована температура $-93,2$ градуса Цельсия. На какой станции был зафиксирован минимум температуры воздуха с помощью термометра?



Вид станции

- а) Станция "Мирный" (Россия)
- б) Станция "Дейвис" (Австралия)
- в) Станция "Амундсен-Скотт" (США)
- г) Станция "Восток" (Россия)

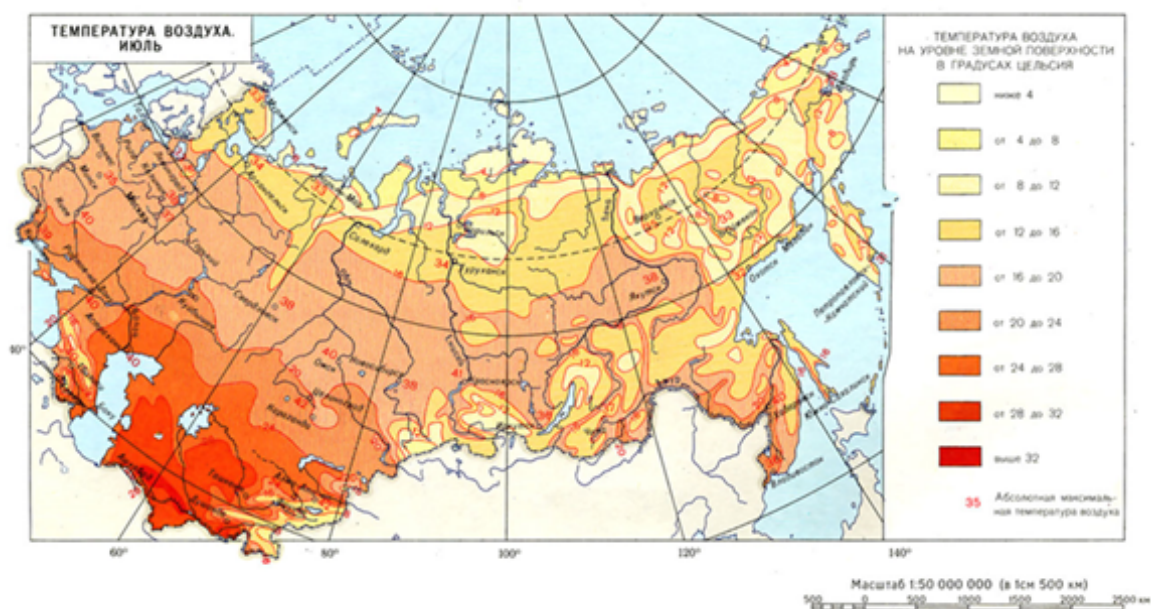
3. Одним из самых простых методов определения температуры поверхности водного объекта является этот компактный термометр, который часто берется студентами кафедры метеорологии и климатологии СГУ в научные экспедиции. О каком приборе идет речь?



Студенты-метеорологи во время экспедиций на озеро Баскунчак (Астраханская область) и Безенгийское ущелье (горный район Кабардино-Балкарии, Кавказ)

- а) Водный термометр в оправе
- б) Опрокидывающийся термометр
- в) Термометр-щуп

4. С помощью данной карты можно определить среднюю многолетнюю температуру воздуха июля для любого пункта России. А как называются линии, обозначающие равные значения температуры?



- а) изотермы
- б) изобары
- в) изосейсты
- г) изогипсы

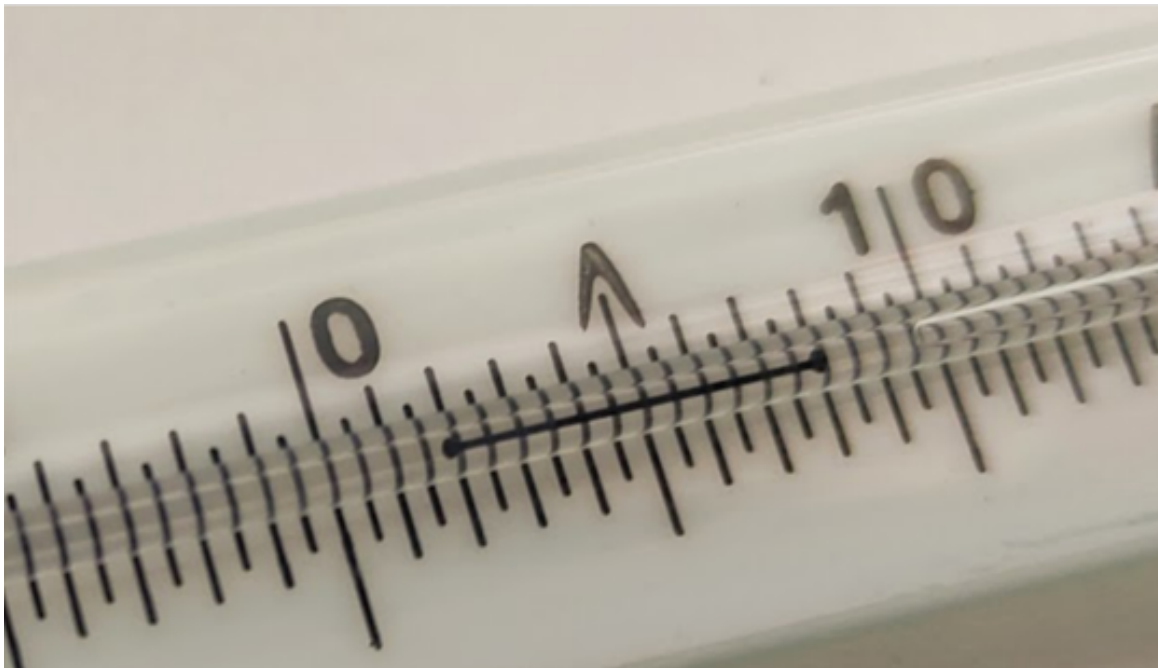
5. На фотографиях показаны метеорологические установки с вытяжными термометрами. Свое название "вытяжной" термометр получил, так как устанавливается в специальную трубку, откуда его "вытягивают" для снятия показаний. Вытяжной термометр состоит из стеклянного ртутного термометра с цилиндрическим резервуаром и стеклянной шкалой. Для проведения наблюдений термометр опускают в эбонитовую трубку. Что измеряют с помощью вытяжных термометров?



Установка и измерение с помощью вытяжных термометров

- а) глубину промерзания почвы
- б) температуру подземных вод
- в) температуру почвы на определенных глубинах
- г) температуру почвенной влаги

6. В метеорологии применяют термометры разных видов, которые позволяют измерять различные температуры (фактическую, максимальную и минимальную). На фотографии показан спиртовой термометр, в капилляре которого в столбике спирта находится штифт. По положению штифта определяется температура воздуха. Какую температуру можно определить по штифту данного термометра?



Спиртовой термометр, в капилляре которого находится штифт

- а) максимальную
- б) среднюю
- в) минимальную
- г) любую

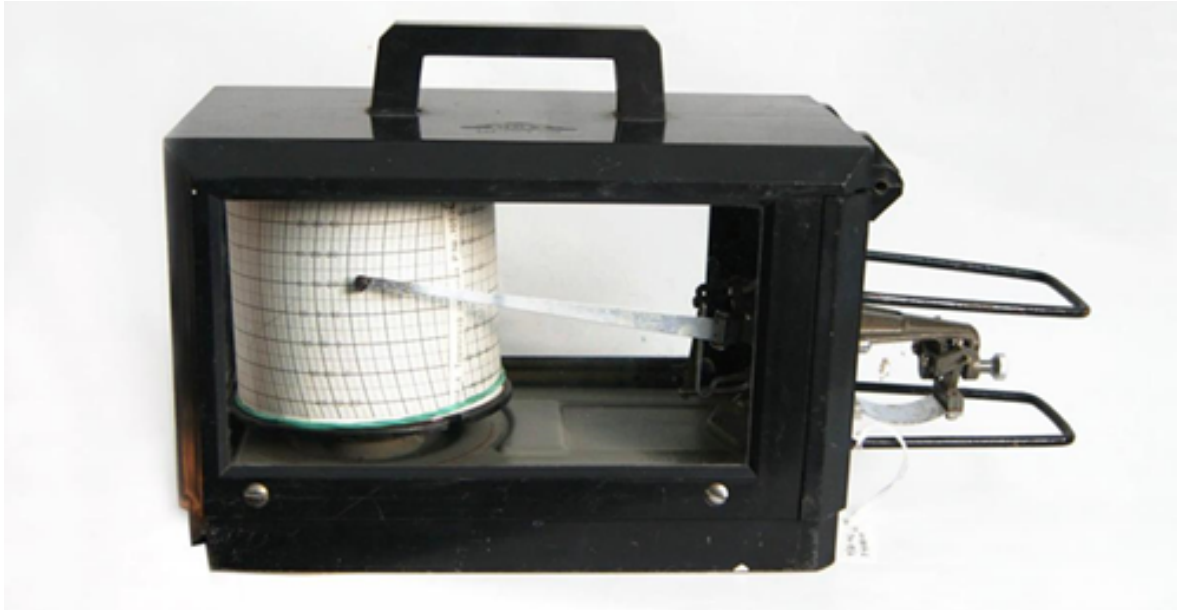
7. Ежегодно студенты кафедры метеорологии и климатологии отправляются в экспедиции и на практики. Во время исследований производятся наблюдения за термическим режимом почвы на разных глубинах. В полевых условиях для измерения температуры на небольшой глубине может использоваться прибор, изображенный на фотографиях. Также этот прибор широко применяется в агрометеорологии для наблюдений за температурой пахотного слоя почвы в весенний период, начиная с момента подсыхания почвы на глубине 10-12 см до мягкопластичного состояния. Как он называется?



Студенты-метеорологи во время экспедиций на озеро Эльтон, Кавказские горы, Утес Степана Разина

- а) коленчатый термометр Савинова
- б) термометр-щуп
- в) термометр-пращ
- г) вытяжной термометр

8. Для непрерывной регистрации температуры воздуха используются специальные приборы – термографы. Для измерения температуры в них применяется чувствительный элемент, который под воздействием температуры деформируется. Деформация передается стрелке, которая чертит кривую на разграфленной ленте, неподвижно закрепленной на вращающемся барабане. Что является чувствительным элементом в термографе?

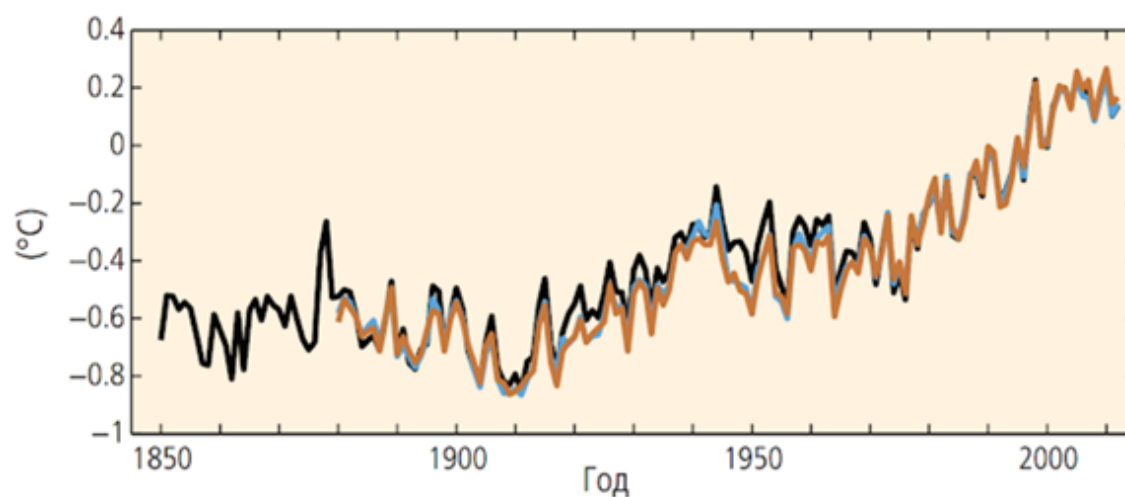


Термограф

- а) барокоробки
- б) сильфон
- в) биметаллическая пластинка
- г) ртуть

9. Последствия происходящего потепления климата в мировом масштабе могут быть весьма существенными, включая несвойственные засухи, наводнения и увлажнение почвы, приводящие к снижению продуктового обеспечения населения; повышение уровня Мирового океана, затопление мелких островов и прибрежных низменностей; рост лесных пожаров, нарушение экосистемы, смещение биологических видов с вымиранием некоторых из них. Какова основная причина глобального потепления Земли?

Глобально усредненные аномалии совокупной температуры поверхности суши и океана



Источник: Межправительственная группа экспертов по изменению климата www.ipcc.ch

- а) увеличивающаяся солнечная активность
- б) увеличение количества пылевых частиц, попадающих в атмосферу при вулканических выбросах
- в) выбросы парниковых газов в атмосферу

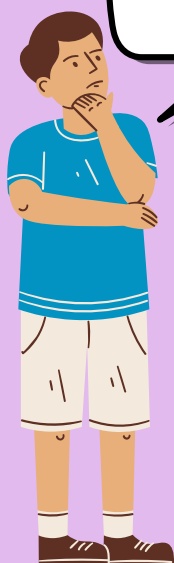
2. ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Водяной пар и его значение

Вода присутствует во всех оболочках Земли, в том числе и в воздушной - атмосфере. Там она находится во взвешенном состоянии в виде жидких капель и кристаллов льда, но в большей степени в виде водяного пара. Содержание его во влажном воздухе у земной поверхности по объему составляет от 0,2 % в полярных широтах до 2,5 % у экватора. А в отдельных случаях колеблется почти от 0 до 4 процентов.

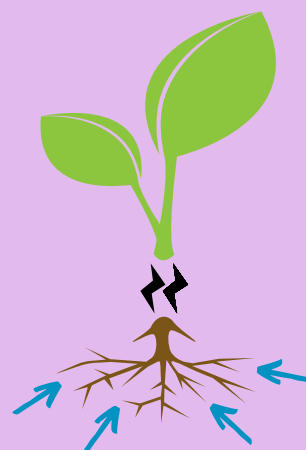
Важное значение водяного пара состоит в том, что он играет одну из ключевых ролей во влагообороте воды на Земле.

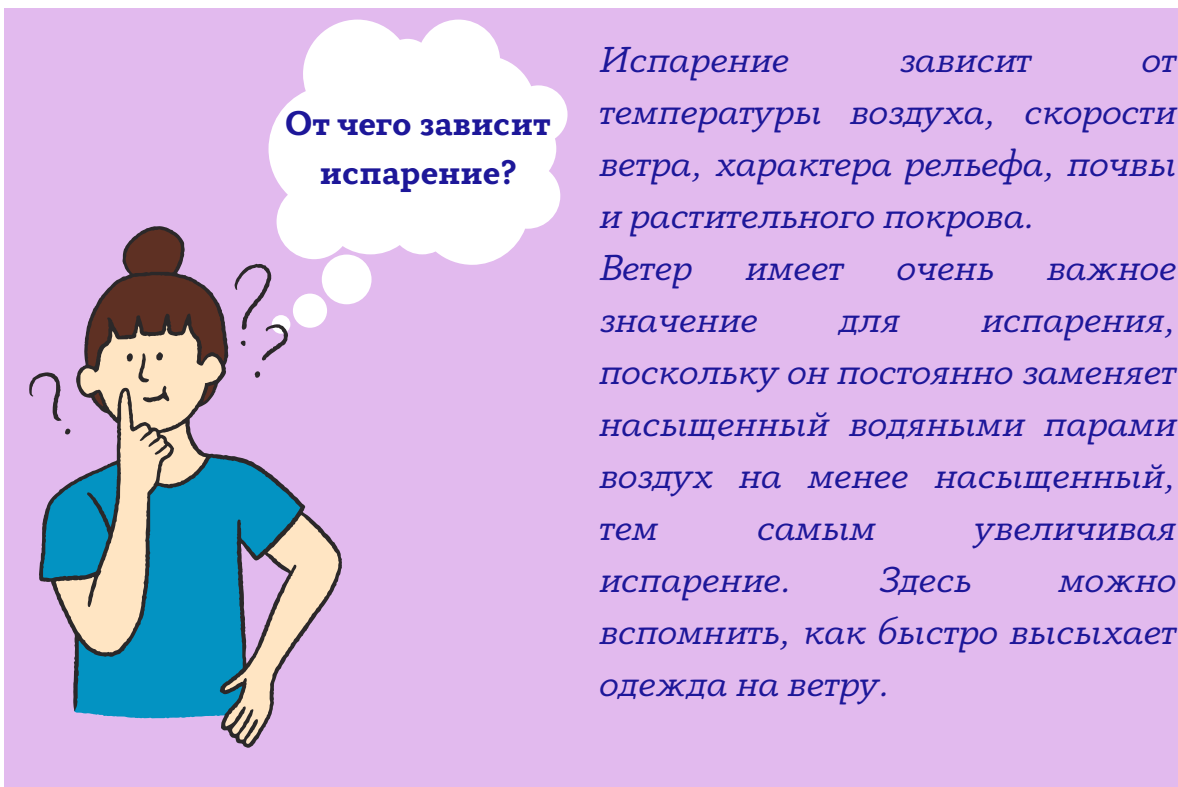
**Откуда берется
водяной пар в
воздухе?**



Он непрерывно поступает в атмосферу вследствие испарения воды с поверхности океанов и других водоемов, увлажненной почвы и даже снега.

Часть водяного пара поступает в воздух из-за физиологического процесса испарения воды живыми растениями, который называется **транспирацией**.





Испарение зависит от температуры воздуха, скорости ветра, характера рельефа, почвы и растительного покрова. Ветер имеет очень важное значение для испарения, поскольку он постоянно заменяет насыщенный водяными парами воздух на менее насыщенный, тем самым увеличивая испарение. Здесь можно вспомнить, как быстро высыхает одежда на ветру.

Когда же испарение прекращается? Это зависит от состояния насыщения. Такого состояния, когда в воздухе над испаряющей поверхностью устанавливается динамическое равновесие между молекулами воды, отрывающимися от поверхности и возвращающимися к ней. При достижении состояния насыщения испарение прекращается.

Испарение и испаряемость

Хочется также пояснить один очень важный момент, который иногда вызывает трудности при изучении этой темы. Нужно различать термины "испарение" и "испаряемость".

Испарение – это процесс фазового перехода воды из жидкого состояния в парообразное. Иными словами, это поступление водяного пара в атмосферу вследствие отрыва наиболее быстродвижущихся молекул с поверхности воды, влажной почвы и капелек в атмосфере.

Испаряемость – это величина потенциально возможного испарения в данной местности при существующих в ней атмосферных условиях. То есть то количество воды, которое могло бы испариться с данной территории за единицу времени.

Испаряемость и испарение могут существенно отличаться друг от друга. Так, например, в пустыне испаряемость большая, а испарение выражено незначительно, поскольку испаряться практически нечему.

Влажность воздуха

Теперь поговорим непосредственно о влажности воздуха, которая определяется содержанием в нем водяного пара.

В метеорологии выделяют абсолютную и относительную влажность.

Абсолютная влажность показывает, сколько граммов водяного пара содержится в 1 кубическом метре воздуха.

Относительная влажность представляет собой отношение фактической абсолютной влажности к максимально возможной при той же температуре, выраженное в процентах.

Относительная влажность показывает, насколько воздух близок к насыщению водяным паром. Именно эту влажность нам сообщают в прогнозах погоды.

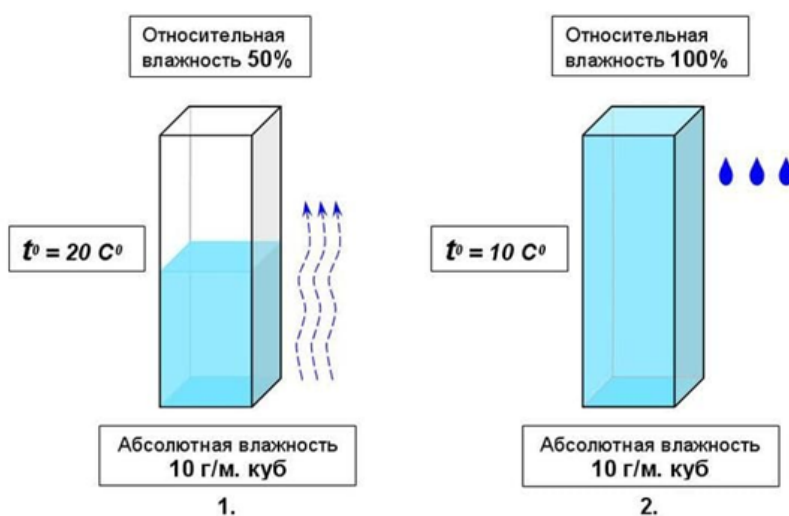


Рис. 2.1 Относительная и абсолютная влажность при различной температуре

Как уже было сказано ранее, **влажность воздуха зависит от того, сколько водяного пара поступает в атмосферу путем испарения.**

В то же время **влажность воздуха зависит и от атмосферной циркуляции**, которая может принести в данный район воздушные массы более влажные или более сухие из других областей Земли.

Кроме того, **влажность воздуха зависит от температуры.** Чем выше температура, тем больше воды воздух может содержать в виде пара. При понижении температуры водяной пар стремится к состоянию насыщения, при котором он сконденсируется, то есть перейдет в жидкое состояние.

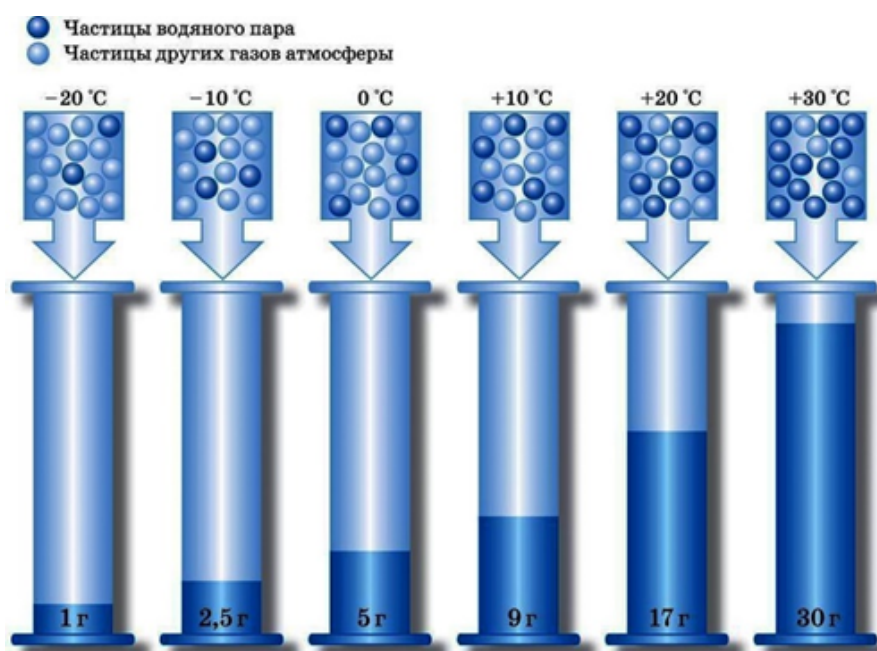


Рис. 2.2 Содержание водяного пара в воздухе при различной температуре

Точка росы

Температура, при которой данный ненасыщенный воздух достигает насыщения, называется **точкой росы**. При ее достижении в воздухе может образоваться туман и облака, а на поверхности земли и близлежащих предметов может выпасть роса.

Подводя итог вышесказанному, хочется обратить внимание на ту важнейшую роль, которая отводится водяному пару в атмосфере. Несмотря на то, что его содержание по объему в воздухе незначительно, с ним самим и его переходами из газообразного состояния в жидкое и твердое связаны важнейшие процессы погоды и климата. Его присутствие существенно сказывается на тепловых условиях атмосферы и земной поверхности.

Водяной пар сильно поглощает длинноволновую инфракрасную радиацию, которую излучает земная поверхность. В свою очередь, он сам излучает инфракрасную радиацию, часть которой идет к земной поверхности. Это уменьшает ночное охлаждение земной поверхности, а также нижних слоев воздуха.

Приборы, с помощью которых можно определить характеристики влажности воздуха

На метеостанциях используют психрометрический метод определения характеристик влажности воздуха с помощью двух термометров, находящихся в психрометрической будке. Также для этой цели можно использовать аспирационный психрометр Ассмана. Им удобно пользоваться не только на территории метеоплощадки, но и в экспедициях. В той же психрометрической будке проводят измерения относительной влажности воздуха с помощью волосного гигрометра. А для непрерывной регистрации относительной влажности воздуха используют самописец - гигрограф, приемной частью которого служит натянутый на рамку пучок обезжиренных человеческих волос - так как они наиболее чувствительны к перепадам влажности.

Психрометрический метод определения влажности воздуха

Психрометрический метод определения влажности воздуха разработал французский физик Лесли в 1799 году. Он создал прибор, в котором сравнивались показания "сухого" и "смоченного" термометров.

Этот метод длительно совершенствовался, обогащаясь теоретическими и экспериментальными данными. В настоящее время он является одним из основных методов определения влажности воздуха при положительных и небольших отрицательных температурах в наземных условиях.

Интересно, почему термометры называются психрометрическими?



Дело в том, что "ψυχρός" - "психрос" с древнегреческого переводится как "холодный". Получается, что для вычисления характеристик влажности воздуха мы используем метод понижения температуры смоченного термометра (его охлаждения), к которому приводит испарение воды с батиста.

Психрометрические термометры составляют основу психрометра стационарного, который располагается в психрометрической будке.

Это пара одинаковых термометров специальной конструкции с ценой деления $0,2^{\circ}\text{C}$.

Один из них (в будке он всегда располагается вертикально справа) обернут специальной белой тканью - батистом, конец которого помещается в сосуд с дистиллированной водой, т. е. смачивается водой (поэтому, он и называется смоченным). Психрометрические термометры отличаются шарикообразной формой резервуара. Такая форма помогает удобно закрепить батист, чтобы он не соскальзывал. Для удобства установки термометров в будке в верхнем конце его защитной трубки прикреплен металлический колпачок, чтобы проще и надежнее установить термометр в вертикальном положении.



Рис. 2.3 Психрометрический термометр с шарикообразным резервуаром и металлическим колпачком [1]

Надежные данные влажности воздуха по психрометрам получают при температуре до -10°C . Для того, чтобы уменьшить ошибку в разности отсчетов по термометрам, которая не должна превышать 0,1 градуса, нужно строго соблюдать некоторые правила. И здесь важно многое, даже выбор надлежащего сорта батиста (используют такой батист, который поднимает воду на 7 – 8 см за 15 мин), его чистота и смачивание лишь дистиллированной водой. Зачем нам это? Загрязненный батист плохо тянет воду, поэтому его необходимо менять не реже 2 раз в месяц.

Почему используется именно дистиллированная (то есть очищенная от примесей) вода?

Присутствие дополнительных примесей, находящихся в любой другой воде, может забить микрокапилляры ткани, смачивающей термометр. И это отразится на показаниях. К тому же в каждой местности вода имеет свой химический состав. Чтобы получить сравнимые между собой на всех метеостанциях мира показания, мы и берем дистиллированную воду.

Как производить измерения с помощью психрометрических термометров

Батист должен быть хорошо смочен за 10 – 15 мин до отсчета. Для этого обмотанный вокруг резервуара термометра батист погружают в стаканчик с водой.

Отсчеты по термометрам должны проводиться быстро - сначала десятые доли градуса, затем целые градусы. Чтобы не исказить показания, наблюдатель во время проведения отсчета должен задержать дыхание (или не дышать на термометры).

С наступлением заморозков батист обрезают непосредственно под шариком резервуара термометра, и стаканчик с водой убирают из будки. Смачивают батист за 30 мин до отсчета водой комнатной температуры, погружая резервуар смоченного термометра в стаканчик. Стаканчик убирают после того, как температура смоченного термометра повысится на 2 – 3°С выше 0°С. Это означает, что старая ледяная корка на батисте растаяла. В положенный срок (через 30 мин) производят измерения температуры. После производства отсчетов необходимо установить, обмерз батист или остался мягким.

Дело в том, что при отрицательной температуре воздуха вода на батисте может быть не только в твердом состоянии (лед) но и в жидком (переохлажденная вода). Учет агрегатного состояния воды на резервуаре смоченного термометра весьма важен, так как максимальная

упругость водяного пара, входящая в психрометрическую формулу, над водой и льдом различна. По этой же причине при отрицательных температурах показания смоченного термометра при 100 % влажности выше, чем сухого (причем, эта разница может достигать $0,3^{\circ}\text{C}$). В этом случае водяной пар над поверхностью льда пересыщен, он начнет конденсироваться - намерзает на поверхности льда "смоченного" термометра и будет при этом выделять тепло. Которое и повысит показания "смоченного" термометра.

Определение характеристик влажности воздуха с помощью психрометрического метода

Используя показания сухого и смоченного термометров, можно определить характеристики влажности воздуха: относительную влажность, упругость или парциальное давление водяного пара, дефицит упругости (дефицит насыщения) водяного пара и точку росы с помощью "Психрометрических таблиц".

Относительная влажность f - процентное отношение фактической упругости водяного пара в атмосфере к упругости насыщающего водяного пара при той же температуре:

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

Давление насыщенного водяного пара, или упругость насыщения, **E** - максимально возможное значение парциального давления при данной температуре. Измеряют в гектопаскалях (гПа), миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.), миллибарах (мб).

Упругость (водяного) пара, **e** - давление, которое производил бы водяной пар, если бы все остальные газы отсутствовали. То есть это фактическое давление водяного пара, находящегося в воздухе. Измеряют в гектопаскалях (гПа), миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.), миллибарах (мб).

Дефицит точки росы - разность между фактической температурой воздуха и точкой росы t_d

Дефицит насыщения d - разность между насыщающей и фактической упругостью водяного пара при данных температуре и давлении. Измеряют в гектопаскалях (гПа), миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.), миллибарах (мб).

$$d = E - e.$$

Фрагмент Психрометрической таблицы представлен на рисунке 2.4.

t'	t_a	e	f	d
	15,0			
8,6	-0,1	6,1	36	11,0
8,5	-0,5	5,9	35	11,2
8,4	-0,9	5,8	34	11,3
8,3	-1,2	5,6	33	11,5
8,2	-1,6	5,5	32	11,6
8,1	-2,0	5,3	31	11,8
8,0	-2,4	5,1	31	12,0
7,9	-2,8	5,0	30	12,1
7,8	-3,2	4,8	29	12,3
7,7	-3,6	4,7	28	12,4
7,6	-4,1	4,5	27	12,6
7,5	-4,5	4,4	26	12,7
7,4	-5,0	4,2	25	12,9
7,3	-5,5	4,1	24	13,0
7,2	-6,0	3,9	24	13,2

Рис.2.4 Определение характеристик влажности воздуха с помощью Психрометрической таблицы

Предположим, по ней нам необходимо определить характеристики влажности воздуха для температуры сухого термометра $t = 15,0^{\circ}\text{C}$, и температуры смоченного термометра $t' = 7,5^{\circ}\text{C}$. Для этого в Психрометрической таблице выбирают графу, соответствующую температуре сухого термометра t - в данном случае $15,0^{\circ}\text{C}$, и в горизонтальной строке против значения температуры смоченного термометра $t' = 7,5^{\circ}\text{C}$ находят искомые величины влажности воздуха. В случае нашего примера они будут такими: точка росы $t_d = -4,5^{\circ}\text{C}$; парциальное давление $e = 4,4$ гПа, относительная влажность $f = 26\%$, дефицит насыщения водяного пара $d = 12,7$ гПа.

Эти характеристики очень важны для понимания состояния атмосферы на данной высоте. С помощью них оценивается содержание водяного пара в воздухе. Резкое увеличение влажности характерно при приближающихся осадках, рост влажности говорит и о возможности появления дымки и тумана. За точкой росы следят, так как этот показатель полезен для прогноза заморозков. Если точка росы близка к 0° , то при безоблачном небе и затишье очень вероятен заморозок.

Измерение влажности с помощью волосного гигрометра. Гигрометрический метод

Преимущество данного метода состоит в том, что им можно пользоваться в зимнее время, когда психрометрический метод не может быть применен из-за низких температур воздуха.

Гигрометр крепится на штативе в психрометрической будке, в середине между психрометрическими термометрами. Обращаться с ним надо очень осторожно, чтобы не повредить натянутый на его рамку человеческий волос. Устройство прибора изображено на рисунке 2.5.

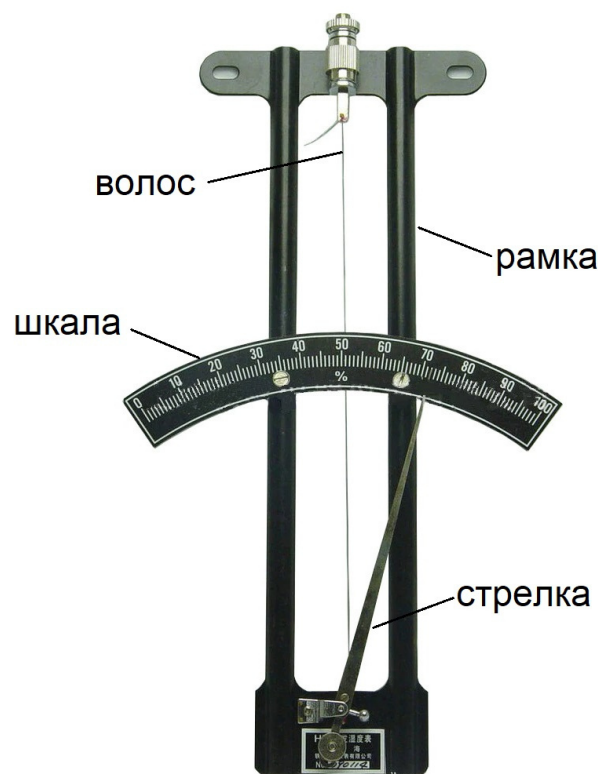


Рис. 2.5 Устройство гигрометра

Пользоваться прибором достаточно просто. Специальные механизмы крепления и натяжения волоса и сообщения его посредством стрелки с измерительной шкалой дают возможность отметить показания стрелки на шкале, которое и будет показывать нам относительную влажность с точностью 5 %. При увеличении относительной влажности волос удлиняется, и стрелка прибора идет вправо, при уменьшении - стрелка отходит влево. Надо внимательно следить за показаниями прибора, так как шкала его имеет 100 неравномерных (постоянно уменьшающихся) делений.

Гигрограф волосной

Непрерывное изменение относительной влажности можно регистрировать с помощью самописца - волосного гигрографа. Он устанавливается на метеоплощадке в будке для самописцев на верхней полке.

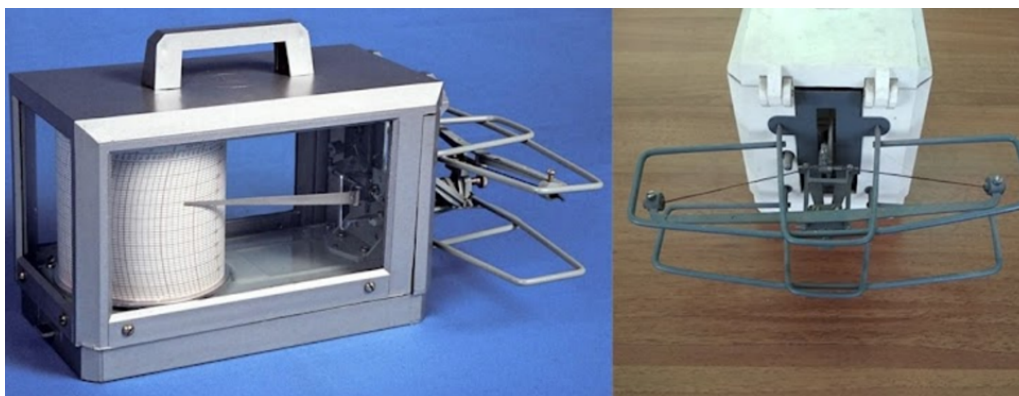


Рис. 2. 6 Гигрограф волосной

Приемником прибора служит пучок обезжиренных человеческих волос, натянутый на рамку (рис. 2.6 справа). Чтобы передавать изменения длины пучка регистрирующему механизму, пучок оттянут за середину крючком, который с помощью передаточного механизма соединен со стрелкой, заканчивающейся пером для чернил (внешне вся эта конструкция напоминает арбалет). Благодаря кулачку с противовесом пучок волос всегда находится в определенном натяжении.

Запись изменений влажности воздуха осуществляется на ленте, закрепленной на барабане с часовым механизмом. Барабан надевается на неподвижный стержень с зубчатым колесом у основания. В зависимости от скорости вращения барабана различают суточные и недельные гигрографы.

Подготовка прибора к работе

Перед включением прибора необходимо установить ленту на барабан, предварительно написав на обороте дату и время установки, название станции и номер прибора. Затем надеть барабан на неподвижный стержень, укрепленный на плате прибора и привести в движение его часовой механизм.

Перо, предварительно заправленное чернилами, подводят к барабану так, чтобы его положение соответствовало времени и величине относительной влажности в данный момент (смотрим по психрометру). При увеличении влажности стрелка прибора будет двигаться вверх, а при уменьшении – вниз. Таким образом, перо отмечает все изменения относительной влажности на бланке.

На ленте гигрографа горизонтальные параллельные линии соответствуют относительной влажности воздуха в процентах (наименьшее деление - 2 %), а вертикальные дуги - времени (для суточных лент цена деления -15 минут, а для недельных - 2 часа). По завершении работы (ленты самописцев меняют один раз в сутки - для суточных, ближайший к 13 часам Московского времени) ленту с показаниями снимают, на обороте подписывают время и фамилии наблюдателей. По ленте можно определить относительную влажность воздуха в определенный момент времени.

Остается добавить, что гигрограф может фиксировать изменения относительной влажности в пределах от 30 до 100 %.

Определение характеристик влажности воздуха с помощью аспирационного психрометра Ассмана

Психрометры являются специализированными метеорологическими приборами, назначение которых заключается в измерении температуры и определении затем характеристик влажности атмосферного воздуха. Для этого используют аспирационный психрометр, или психрометр Ассмана. Диапазон температуры для оптимальной работы устройства составляет от -25 градусов до +50 градусов по Цельсию.

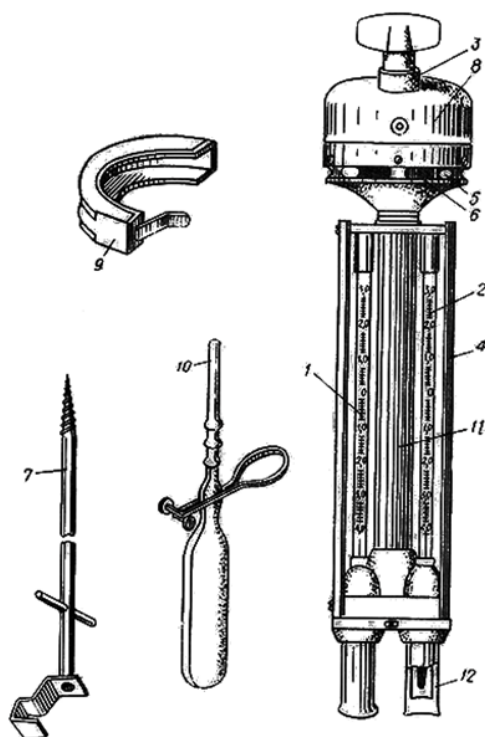


Рис. 2.7 Устройство аспирационного психрометра: 1, 2 – сухой и смоченный термометры, 3 – ключ, заводящий пружину заводного механизма, 4 – защитные планки, 5 – прорезы, 6 – головка аспиратора, 7 – крюк-подвес, 8 – вентилятор (в корпусе), 9 – ветровая защита, 10 – пипетка с резиновой грушей и зажимом, 11 – трубка, 12 – изоляционные втулки

Психрометр Ассмана представляет собой прибор с двумя стеклянными термометрами, наполненными ртутью (1 и 2). Термометры закреплены в оправе, состоящей из трубки (11), переходящей в тройник и защитных планок (4). К тройнику с помощью изоляционных пластмассовых втулок присоединены двойные трубки (12), в которых находятся резервуары термометров. Эти трубки обеспечивают защиту резервуаров от нагревания солнечными лучами.

В верхней части прибора находится аспирационная головка (8). Благодаря наличию последней аппарат и называется аспирационным психрометром, так как "aspiratio" с латинского языка переводится, как "дуновение или дыхание". Аспирационная головка всасывает наружный воздух и обеспечивает обтекание его вокруг резервуаров со скоростью 2 м/с. Пружина вентилятора заводится ключом (3).

Для лучшего отражения солнечных лучей металлические части прибора никелированы. Благодаря изоляции резервуаров термометров от корпуса, хорошей никелировке его металлических поверхностей и постоянной скорости движения воздуха, аспирационный психрометр не требует дополнительной защиты от действия солнечных лучей и ветра.

При скоростях ветра более 3 м/с за счет затруднения выброса воздуха нарушается скорость аспирации. Для устранения этого влияния применяют ветровую защиту (9), которую надевают с наветренной стороны на головку аспиратора.

Принцип работы прибора схож с психрометром стационарным. И заключается в измерениях температур "сухого" и "смоченного" термометров. Левый термометр - "сухой" измеряет температуру окружающей среды. Правый - смоченный, демонстрирует показатели, чаще всего меньше температуры окружающего воздуха.

Перед началом измерений резервуар правого термометра, обёрнутого белым батистом, смачивается чистой дистиллированной водой при помощи резиновой груши с пипеткой (10). Чем ниже процент содержания влаги в воздухе, тем быстрее и интенсивнее испаряется вода с ткани, и тем ниже показатель градуса термометра. При 100% влажности воздуха испарение с ткани прекращается, и в этом случае показания термометров будут одинаковыми.

Измерения с помощью аспирационного психрометра Ассмана

В стационарных условиях прибор подвешивают на специальном столбе - градиентной стойке.

Резервуары термометров должны находиться с наветренной стороны. Наблюдатель при измерении должен подходить с подветренной стороны, т. е. так, чтобы ветер был направлен от прибора к наблюдателю. В полевых условиях психрометр подвешивают на тонком шесте, закрепленном в почве, кладут горизонтально на специальную подставку либо подвешивают на складных переносных штативах на нужную высоту от земли, как представлено на рисунке 2.8

Высота установки психрометра может быть различной и зависит от цели наблюдений.



Рис. 2. 8 Студенты кафедры метеорологии и климатологии СГУ во время измерений по психрометру в научно-исследовательских экспедициях

Аспирационный психрометр выносят на место измерений зимой за 30 мин, а летом за 15 мин до начала наблюдений, смачивают батист дистиллированной водой из резиновой груши зимой за 30 мин, летом за 4 мин до отсчета. После этого ключом (3) заводят до отказа пружину аспиратора. Так как во время отсчета аспиратор должен работать полным ходом, то зимой (за 4 мин до отсчета) пружину аспиратора заводят вторично. Отсчеты производят быстро. Сначала отсчитывают десятые доли сухого и смоченного термометров, а потом целые градусы.

Характеристики влажности воздуха по данным аспирационного психрометра определяются так же, как и по данным стационарного с помощью Психрометрических таблиц.

Остается добавить, что сейчас психрометр Ассмана используется практически повсеместно. Прибор очень удобен в полевых метеорологических исследованиях. И, если есть возможность приобретения такого прибора, то это станет замечательным поводом для наблюдений как за фактической температурой, так и за влажностью воздуха.

Дополнительные ресурсы:

По данной теме предлагаем прослушать аудиоматериалы подкаста "Meteo Life":

- о водяном паре в атмосфере
- о том, что такое влажность воздуха
- в чём разница между понятиями "испарение" и "испаряемость"
- о том, как и с помощью каких приборов определяют влажность воздуха



Наведите камеру

Предлагаем также воспользоваться образовательными материалами онлайн-школы "Online - Meteo".

Посмотреть:

- видеоурок "Определение влажности воздуха. Психрометрический метод"



Наведите камеру

- мастер-класс "Приборы для определения относительной влажности воздуха. Гигрометр. Гигрограф"

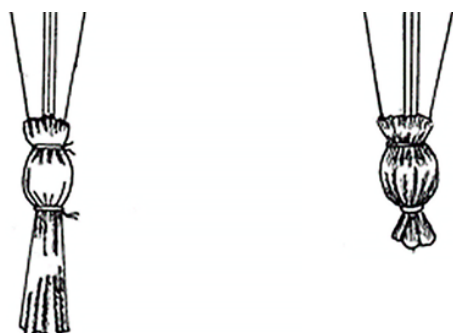


Наведите камеру

Викторина "Влажность воздуха и методы ее измерения" может быть предложена школьникам в качестве закрепления и проверки остаточных знаний по данной теме.

Отвечая на вопросы, необходимо выбрать и отметить (подчеркнуть или обвести) только **один** вариант ответа:

1. Для определения влажности используются два психрометрических термометра - сухой и смоченный (обмотан батистом). Для измерения влажности в разное время года меняется длина батиста. На картинке показан батист разной длины. Какой вариант используется для определения влажности в зимнее время?



Два варианта повязки батиста на психрометрическом термометре

- а) длинный
- б) короткий
- в) оба варианта

2. Для количественного выражения содержания водяного пара в атмосфере используют различные характеристики влажности воздуха. Какая из характеристик определяет массу водяного пара, т.е. показывает фактическое содержание водяного пара в атмосфере?

- а) абсолютная влажность
- б) относительная влажность
- в) удельная влажность
- г) дефицит насыщения

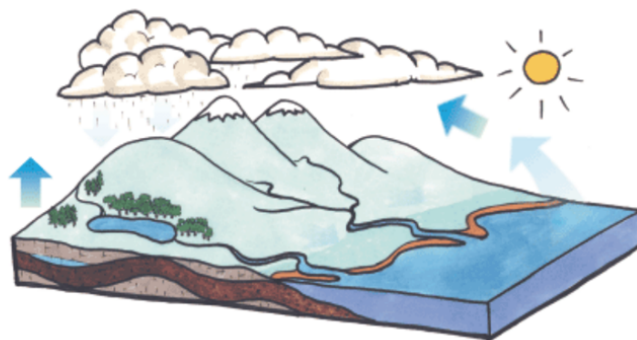
3. На фотографиях изображен очень интересный прибор-самописец. Как он называется?



Прибор - самописец

- а) гигрограф
- б) пьювиограф
- в) росограф
- г) гелиограф

4. Какой процесс играет самую большую роль в повышении содержания водяного пара в воздухе?



- а) транспирация воды растениями
- б) испарение воды с поверхности океанов и других водоемов
- в) конденсация водяного пара

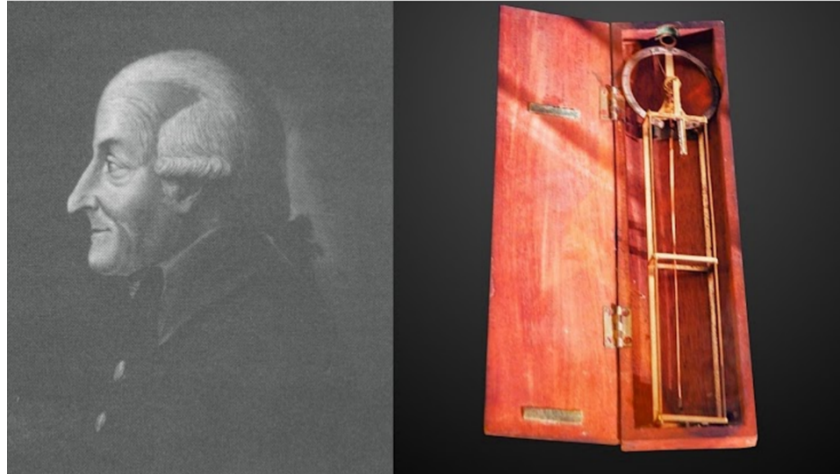
5. Студенты-метеорологи во время одной из научно-познавательных экспедиций посетили уникальную метеорологическую станцию России в городе Ершов. Известна она своим разнообразием по числу измеряемых метеорологических показателей в условиях засушливой заволжской степи. На фотографии изображена уникальная установка. Для чего она предназначена?



Студенты и сотрудники кафедры метеорологии и климатологии во время поездки на метеорологическую станцию в г. Ершов Саратовской области

- а) для оценки степени загрязнения водной среды
- б) для изучения эмиссии метана в атмосферу
- в) для определения количества испарившейся влаги
- г) для измерения суммарного количества осадков за летний период

6. Для наблюдения за влажностью воздуха в 18 веке использовались различные типы гигрометров. Датчиками в этих приборах служили шерстяные нитки, струны из кишок, китовый ус. Существовали и другие животные и растительные гигроскопические вещества, применявшиеся для этих целей. Например - волосы и клювы некоторых пород аистов. Жан Андре Делюк (1727—1817) — швейцарский геолог и метеоролог, предложил один из первых гигрометров. Что использовал Делюк в качестве чувствительного элемента в своем гигрометре?



Жан Андре Делюк и его гигрометр - экспонат
Музея истории науки в Женеве

- а) струна из кишок
- б) китовый ус
- в) шерстяная нить
- г) человеческий волос

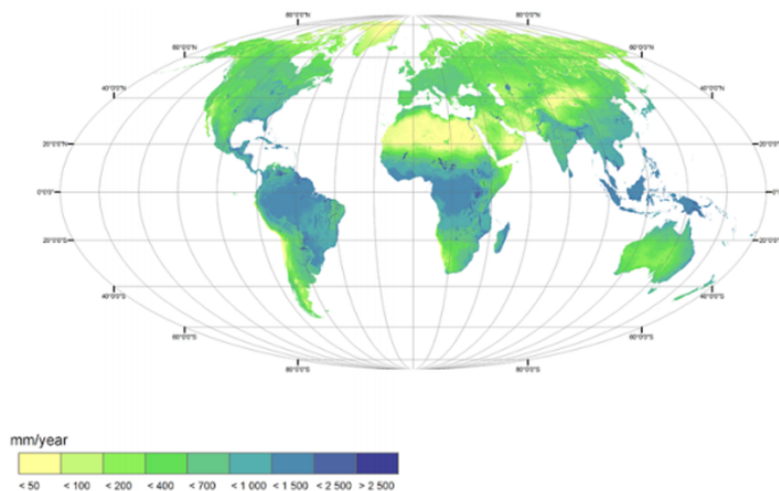
7. Способность обезжиренного человеческого волоса изменять свою длину при изменении влажности окружающего воздуха была замечена еще в 18 веке и использована в своем приборе французским геологом и исследователем Орасом Бенедиктом де Соссюром. Который первым сумел проградуировать прибор, таким образом сделав возможным количественные измерения влажности воздуха. Какую характеристику влажности измеряют с помощью волосного гигрометра?

- а) абсолютную влажность
- б) удельную влажность
- в) относительную влажность
- г) точку росы
- д) упругость водяного пара

8. В зависимости от географического положения количество водяного пара у поверхности земли может существенно меняться. Какой примерный диапазон изменчивости водяного пара в атмосферном воздухе у земной поверхности по объему?

- а) от 2 до 10 %
- б) от 0,2 до 2,6 %
- в) от 0,2 до 26 %
- г) от 0 до 0,1 %

9. На рисунке представлена карта испарения (мм/год) за 2016 год. Какой регион планеты имеет большую величину испарения?



Карта, иллюстрирующая величину испарения за год

- а) Поволжье
- б) долина Амазонки
- в) п-ов Индостан
- г) пустыня Сахара

10. Как называется метеорологическая величина, характеризующаяся температурой, при которой воздух достигает состояния насыщения при данном содержании водяного пара и неизменном давлении?

- а) упругость водяного пара
- б) точка росы
- в) тройная точка
- г) точка тумана

3. ИЗМЕРЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Атмосферное давление - важнейшая характеристика физического состояния и движения атмосферы. Данные об атмосферном давлении крайне необходимы метеорологам для составления синоптических карт и прогнозов погоды.

Что же такое атмосферное давление?

Атмосферное давление — это сила, с которой воздух давит на земную поверхность и на все предметы, находящиеся на ней.

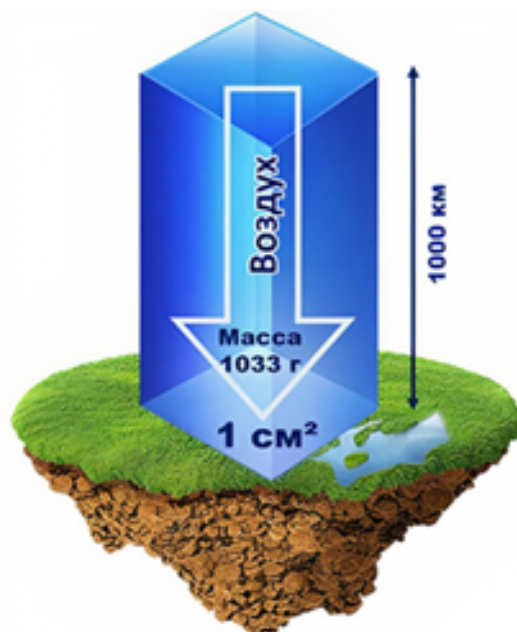


Рис. 3.1 Схема, поясняющая процесс давления воздуха на земную поверхность



На каждый квадратный сантиметр земной поверхности воздух давит с силой примерно в один килограмм.

Такое давление испытывают и все предметы, находящиеся на Земле, а также и человек. Если принять площадь поверхности тела человека равной около 1,5 квадратных метра, то она находится под давлением порядка 15,5 тонн! Почему же здоровый человек не ощущает атмосферного давления и не чувствует этой тяжести? А происходит это потому, что внешнее давление уравнивается внутренним давлением воздуха, наполняющего все наши органы.

Опыт Торричелли

Доказательства того, что воздух имеет вес, были получены еще в середине семнадцатого века итальянским ученым Эванджелистой Торричелли.

Он проделал следующий опыт: стеклянную трубку длиной около метра, запаянную с одного конца, наполнил ртутью. Затем, плотно заткнув отверстие, трубку перевернул и опустил в чашу с ртутью. Оказалось, что если теперь открыть конец трубки, то столб ртути в ней упадет до высоты около семисот шестидесяти миллиметров, а над поверхностью ртути в трубке образуется безвоздушное пространство.

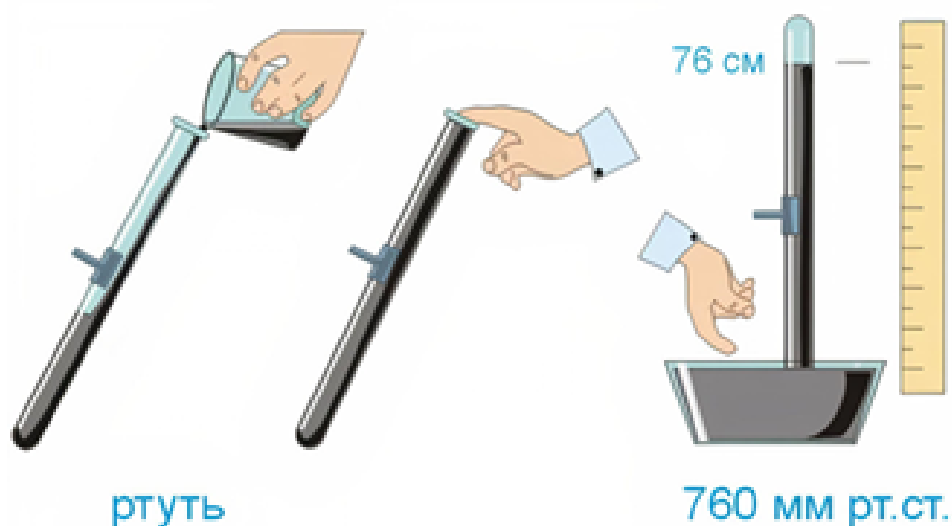


Рис. 3.2. Опыт Торричелли

Этому есть объяснение: на поверхность ртути в чашке действует атмосферное давление, которое передается в трубку. А поскольку ртуть находится в равновесии, значит атмосферное давление равно давлению, которое создается весом столба ртути в трубке.

То есть, когда говорят, что давление - семьсот шестьдесят миллиметров ртутного столба - это значит, что воздух производит такое же давление, что и столб ртути высотой семьсот шестьдесят миллиметров. Так был изобретен первый **барометр** – прибор для измерения атмосферного давления.

Единицы измерения атмосферного давления

В метеорологии единицей измерения атмосферного давления является **гектопаскаль** (гПа). Однако также используются **миллибары** (мб) и **миллиметры ртутного столба** (мм рт. ст.). В прогнозах погоды атмосферное давление указывается чаще всего именно в миллиметрах ртутного столба.

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

$$1 \text{ мм рт. ст.} = 1,33 \text{ гПа}$$

Как часто измеряется атмосферное давление на метеостанциях во всем мире?

Атмосферное давление, так же как и все основные метеорологические характеристики на всех метеорологических станциях мира, измеряется каждые 3 часа. Но из-за неровного рельефа земной поверхности станции могут находиться на разных высотах.

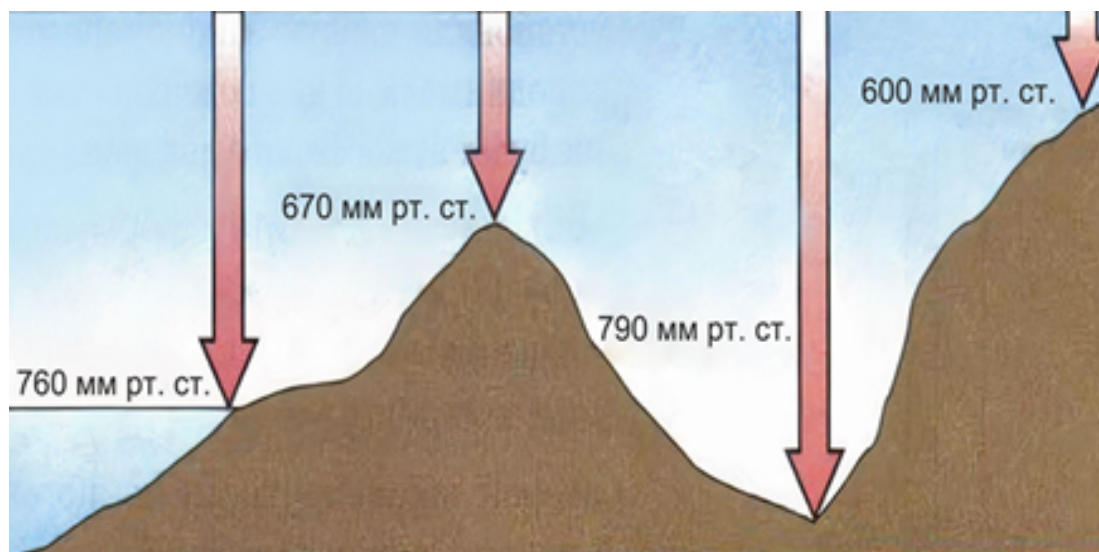


Рис 3.3 Различия в атмосферном давлении в связи с неровностью земной поверхности

Чтобы измеренные величины атмосферного давления на всех метеорологических станциях были сравнимы между собой, их приводят к уровню моря с помощью специальных вычислений.



Изменение атмосферного давления с высотой

В нижнем слое атмосферы - тропосфере сосредоточено около семидесяти пяти процентов массы всей атмосферы. Поэтому там и атмосферное давление наибольшее. С высотой оно убывает по определенному закону в зависимости от вертикального распределения плотности воздуха.

.....

Причем убывание это неравномерное: вначале быстрое, затем все более медленное.

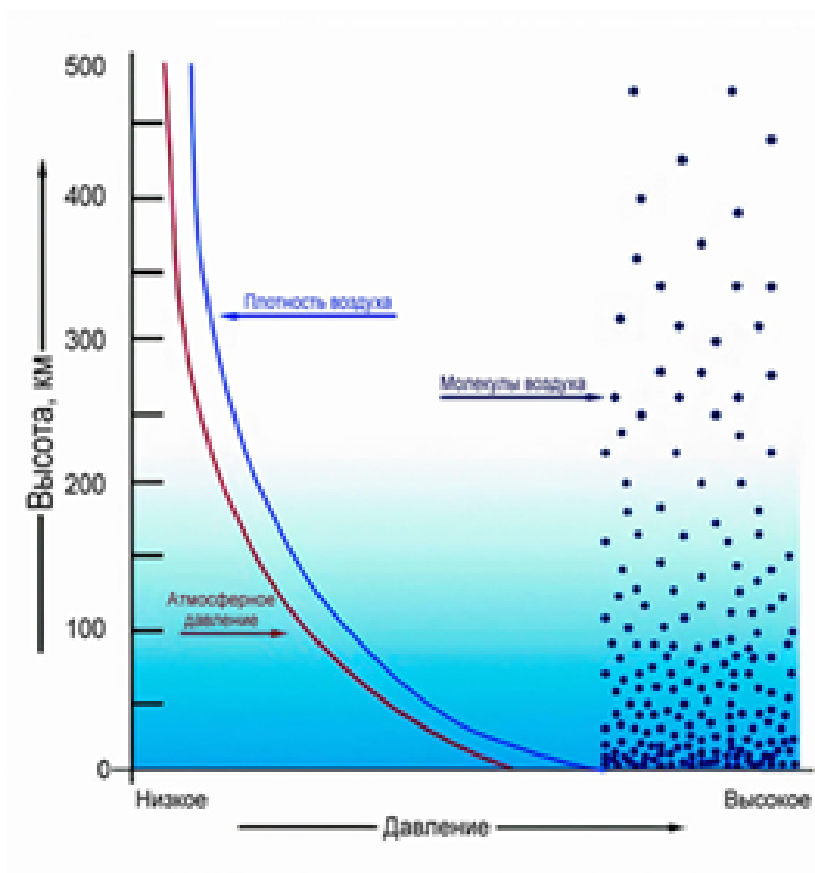


Рис. 3.4 Изменение атмосферного давления с высотой



Так, на высоте около 5 км от земной поверхности давление составляет примерно половину от давления на уровне моря, а на высоте около 100 км — измеряется лишь долями гектопаскаля. То есть, если подняться на вершину высочайшей горы России — Эльбруса (ее высота 5 642 м), то давление там составит около 500 гПа.

Говоря о давлении, хочется также отметить, что его распределение на земном шаре неравномерно и испытывает как периодические (суточные и сезонные) изменения, так и непериодические колебания. Суточный ход давления наиболее ярко выражен в тропических широтах. А в умеренных и полярных широтах суточные колебания давления очень слабы, но летом сильнее, чем зимой.

Интересно, что неравномерное распределение атмосферного давления может приводить в движение воздух. Он стремится из области высокого давления в область низкого. Вращение Земли, центробежная сила и сила трения отклоняют либо тормозят уже возникшее движение. Так возникает ветер, который представляет собой движение воздуха относительно земной поверхности.



Рис. 3.5 Синоптическая карта приземного анализа

Изобары на синоптических картах

На основе данных о давлении и других метеорологических элементов и явлений погоды составляются приземные синоптические карты. На них с помощью **изобар** - линий равных значений давления на уровне моря - представляют поле давления - то есть распределение атмосферного давления в пространстве. Его также называют барическим полем.

Изобары очень важны для синоптического анализа. На карте они изображены в виде **плавных черных линий**.

Циклоны и антициклоны

В некоторых регионах могут возникнуть области с замкнутыми изобарами, в центре которых может оказаться низкое давление (циклоны) или высокое давление (антициклоны). В северном полушарии в области циклона движение воздуха направлено против часовой стрелки, а в области антициклона - по часовой стрелке. В южном полушарии наблюдается обратная картина.

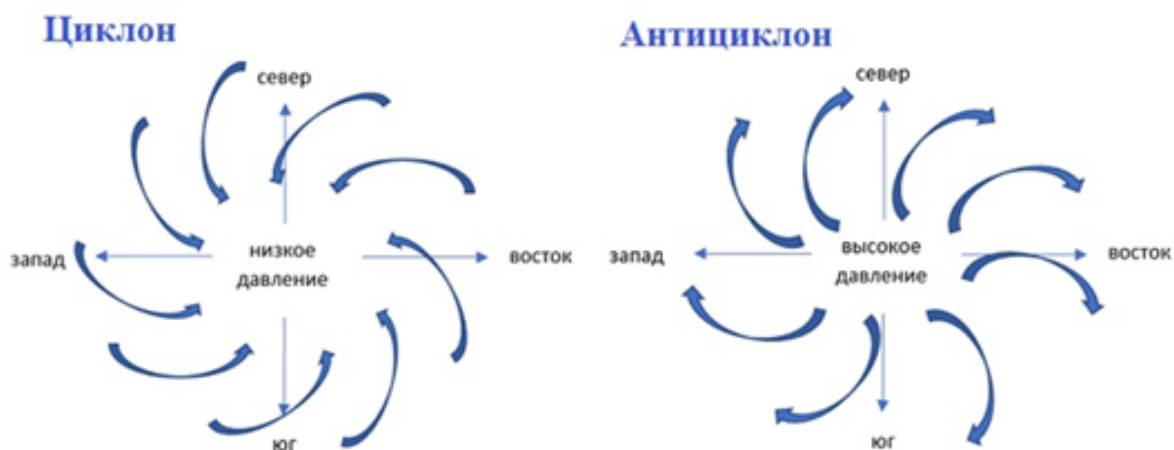


Рис. 3.6 Схема перемещения воздуха в циклоне и антициклоне

Циклоны на картах обозначаются **буквой Н** (от слова низкое), а антициклоны - **буквой В** (высокое).

Гребни и ложбины

Иногда встречаются и другие барические образования: гребни и ложбины. На картах они выглядят как **клинообразные области повышенного и пониженного давления.**

Анализируя расположение изобар на синоптической карте, можно также заметить, что в одних местах они проходят гуще, а в других - реже. В тех местах, где изобары гуще, атмосферное давление меняется в горизонтальном направлении сильнее, а где реже - слабее. Аналогичное можно сказать и о ветре.

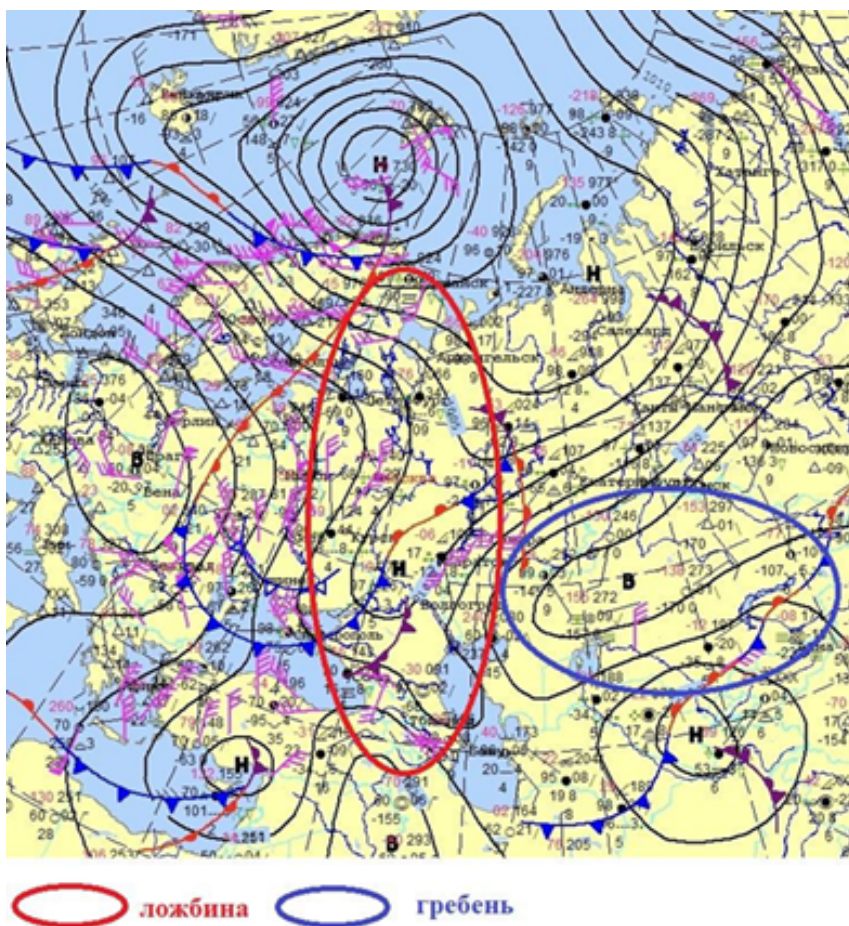


Рис. 3.7 Барические образования на картах погоды

Словом, карта - очень информативный и просто незаменимый инструмент в работе синоптика - специалиста, составляющего прогнозы погоды.



Анализируя синоптические карты за несколько последовательных дней, можно видеть, как указанные барические образования возникают, развиваются и исчезают со временем.

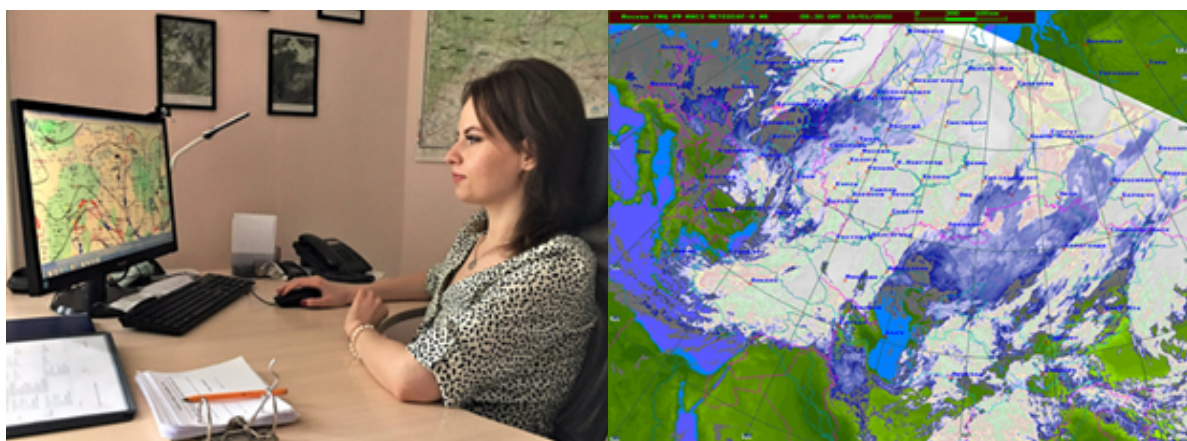


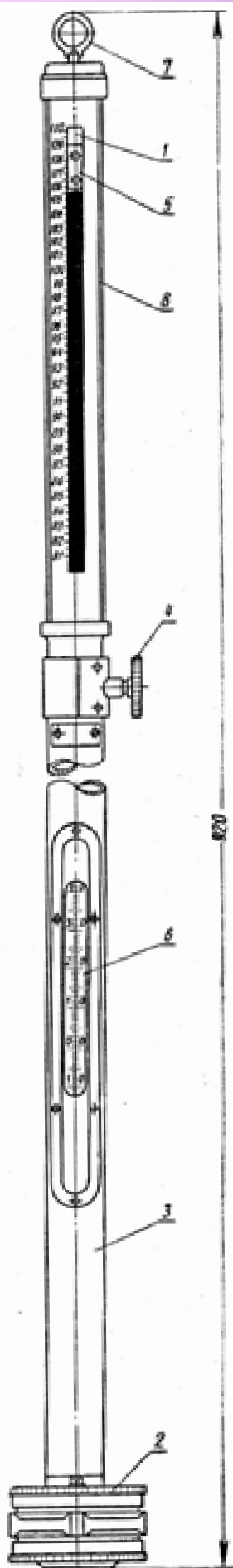
Рис. 3.8 Синоптик Анна Котова за анализом синоптической карты (слева) и спутниковый снимок облачности (справа)

На основе синоптических карт, а также спутниковых снимков и расчетных методов и составляется прогноз погоды.

Обобщая все вышесказанное, хочется отметить, что атмосферное давление - важный и очень информативный в работе метеорологов элемент погоды. Который тесно связан с другими характеристиками погоды.

Приборы для измерения атмосферного давления

Для измерения атмосферного давления применяют ртутные и деформационные барометры разных типов, а для непрерывной регистрации давления – барографы.



На метеостанциях используются такие измерительные приборы, как стационарный чашечный барометр и сетевой рабочий барометр. Для измерений, в том числе вне метеостанций, применяются также барометры-анероиды.

Барометр чашечный стационарный (ртутный) представляет собой стеклянную трубку, находящуюся в металлической оправе (3). Трубка заполнена под вакуумом очищенной ртутью. Верхний конец трубки запаян, а нижний опускается в чашу (2), которая тоже заполнена ртутью. Барометр сообщается с атмосферой через отверстие в крышке чашки, которое закрывается винтом.

Рис. 3.9 Барометр чашечный стационарный: 1- барометрическая трубка, 2 – чашка с ртутью, 3 – металлическая оправа, 4 – кремальера, 5 – нониус, 6 – термометр, 7 – кольцо для подвеса, 8 – стеклянных кожух.



Рис. 3.10
Размещение
барометра в
специальном
шкафчике на
метеостанции

Чашка (2) состоит из трех свинчивающихся частей. В средней ее части имеется диафрагма с отверстиями. Диафрагма, занимая некоторый объем, дает возможность наливать в чашку меньше ртути, а также предохраняет ртуть от сильных колебаний и от попадания воздуха в стеклянную трубку при переноске прибора.

В нижней части металлической оправы укреплен термометр (6) для измерения температуры прибора с ценой делений $1,0^{\circ}\text{C}$. В верхней части оправы имеется сквозная прорезь, позволяющая видеть мениск ртутного столба в стеклянной трубке. С левой стороны прорези нанесена измерительная шкала. Вдоль стеклянной трубки с помощью кремальеры (4) перемещается кольцо с укрепленным на нем нониусом (5), который служит для наводки на мениск ртутного столба и для отсчета десятых долей. В верхней части оправы укреплено кольцо (7) для подвешивания барометра.

Установка барометра на станции

На станции барометр подвешивают за кольцо в специальный шкаф, который крепится к капитальной стене вдали от обогревательных систем, окон и дверей, так как барометр не должен подвергаться резким колебаниям температуры.

Как производят измерения с помощью стационарного барометра?

Измерения высоты ртутного столба производится по шкале, нанесенной у края сквозной вертикальной прорези в верхней части оправы с помощью подвижной части прибора - нониуса, который может приводиться в движение винтом-кремалььерой.

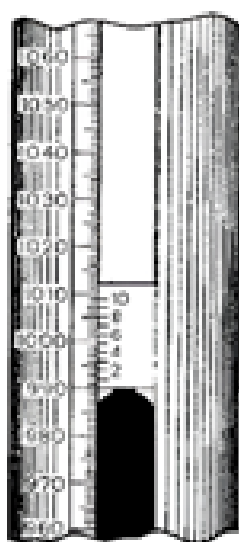


Рис. 3.11 Нониус стационарного чашечного барометра

Перед измерением наблюдатель должен открыть барометрический шкафчик и включить освещение. Легким постукиванием по оправе барометра установить нормальную (выпуклую) форму мениска ртути. После чего можно перейти непосредственно к измерениям.

Сначала отсчитываются показания термометра при барометре с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$. Значение температуры нам нужно для того, чтобы затем привести показания прибора к 0°C .

Вращением кремальеры подводят нониус до момента кажущегося касания вершины мениска ртути в барометрической трубке. При этом наш глаз должен быть расположен под прямым углом относительно прибора. Теперь можно произвести отсчет по шкале барометра и нониусу. Ближайшее к нижнему срезу нониуса деление шкалы показывает значение давления в целых единицах. Десятые доли определяются по делениям шкалы нониуса, которое наиболее точно совпадает с делением шкалы барометра.

К снятому с прибора показанию давления вводят ряд поправок. И в исправленном виде показания атмосферного давления доходят до потребителя метеоинформации.

Следует отметить, что сейчас, когда многие виды метеонаблюдений автоматизированы, рабочим средством измерения атмосферного давления на метеостанциях аэропортов и службы погоды является **барометр рабочий сетевой БРС-1**. Он обеспечивает цифровую индикацию значения давления в виде шестизначного десятичного числа.



Рис. 3.12 Барометр рабочий сетевой БРС-1 на метеостанции «Саратов Ю-В»

И все же стационарный чашечный барометр есть на каждой станции для контроля показаний и на случай отключения электроэнергии.

Деформационные барометры

Барометр-анероид - это компактный, легкий и удобный в работе прибор. Им можно измерить атмосферное давление не только в помещении и на метеорологической площадке, но и в полевых условиях.

Само название "**анероид**" (*a* - частица отрицания + *nērós* - "вода") говорит о том, что прибор работает без помощи жидкости. Её здесь заменяет бароблок из нескольких последовательно соединенных мембранных коробок, из которых откачан воздух.

Принцип действия прибора основан на деформации анероидных коробок под действием давления и преобразования перемещений мембран посредством передаточного механизма в угловые перемещения стрелки относительно шкалы.

Под действием атмосферного давления (повышения или понижения) барокоробка, соответственно, либо сжимается, либо растягивается. При повышении давления верхняя прогибающаяся поверхность начинает тянуть прикрепленную к ней пружину вниз, а при понижении атмосферного давления верхняя часть, наоборот, выгибается и толкает пружину вверх. К этой пружине при помощи дополнительного механизма прикреплена стрелка указателя, которая двигается по шкале.



Рис. 3.13 Барометр-анероид метеорологический БАММ

Для измерения температуры прибора в прорези шкальной пластины прикреплен дугообразный ртутный термометр. Делается это для того, чтобы исключить влияние температуры на показание анероида. Для этого показания прибора приводят к одной и той же температуре - нулю градусов. То есть в каждом анероиде определяется так называемый температурный коэффициент - величина изменения его показаний при изменении температуры на 1 градус.

Измерение атмосферного давления с помощью anerоида

Измерять давление с помощью anerоида очень просто. Барометр-анероид устанавливают на горизонтальную поверхность. Сначала производят отсчет температуры прибора с точностью $0,1^{\circ}\text{C}$, затем слегка постукивают по стеклу (чтобы преодолеть трение в передаточном механизме) и снимают отсчет давления с точностью до 0,1 деления шкалы. Цена одного деления 100 Па или 1 гПа. На некоторых anerоидах шкала градуирована в миллиметрах ртутного столба с ценой деления 0,5 мм.

Остается добавить, что в показания anerоида вводятся поправки: шкаловая (учитывающая инструментальную неточность anerоида, возникающую при изготовлении прибора), температурная и добавочная, которая учитывает остаточную деформацию коробок.

Самым популярным барометром anerоидом является барометр БАММ.

Среди anerоидов можно выделить еще и **Барометр-анероид М-67**, который удобен для измерения атмосферного давления на судах, где присутствует элемент качки. В устройство прибора входит короб со

специальными пружинами, которые позволяют барометру всегда оставаться в горизонтальном положении.



Рис. 3.14 Барометр-анероид М-67

Барограф метеорологический М-22 предназначен для непрерывной записи (регистрации) во времени изменений атмосферного давления в служебном помещении станции.

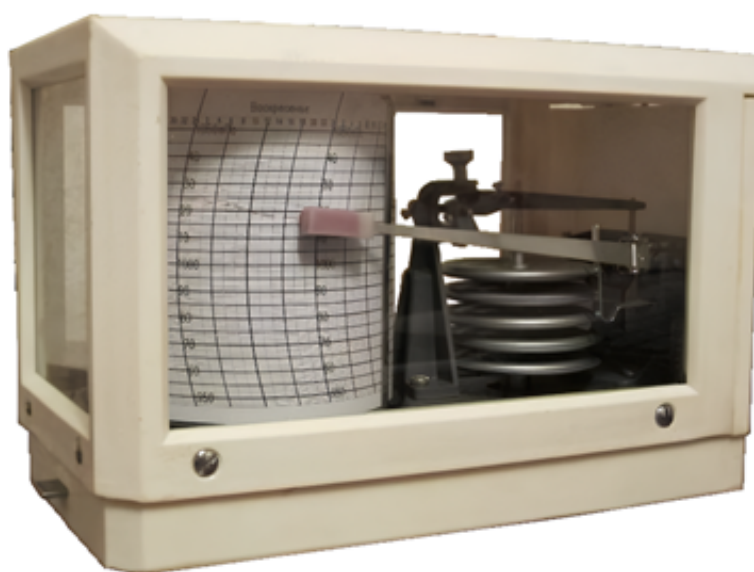
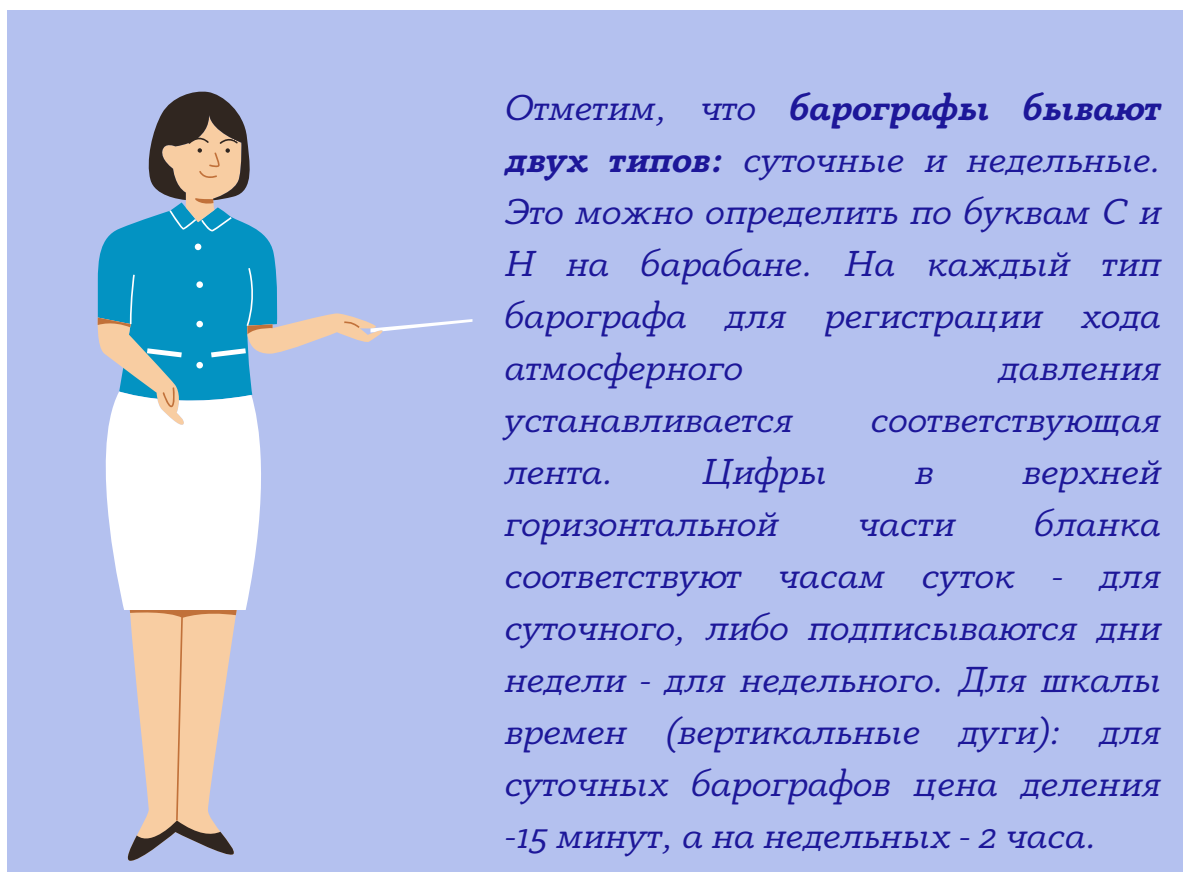


Рис. 3.15 Барограф метеорологический М-22

Принцип работы барографа основан на деформации барокоробок, вызываемой изменением атмосферного давления. Барокоробки при помощи передающего механизма, состоящего из системы рычагов, приводят в движение стрелку с пером, которая рисует специальными стойкими чернилами на диаграммном бланке, установленном на барабане с часовым механизмом. Благодаря барабану обеспечивается равномерное перемещение диаграммного бланка. На ленте барографа горизонтальные линии соответствуют атмосферному давлению в миллибарах, а вертикальные дуги - времени.



Отметим, что **барографы бывают двух типов:** суточные и недельные. Это можно определить по буквам С и Н на барабане. На каждый тип барографа для регистрации хода атмосферного давления устанавливается соответствующая лента. Цифры в верхней горизонтальной части бланка соответствуют часам суток - для суточного, либо подписываются дни недели - для недельного. Для шкалы времен (вертикальные дуги): для суточных барографов цена деления -15 минут, а на недельных - 2 часа.

Подготовка барографа к работе

Перед включением прибора необходимо установить диаграммный бланк, предварительно написав на обороте дату и время установки и заправить чернила. Затем надеть на неподвижный стержень укрепленный на плате прибора барабан и привести в движение его часовой механизм. Перо подводят к барабану так, чтобы его положение соответствовало времени и величине атмосферного давления в данный момент, которое уточняется по барометру. В таком виде прибор работает. По завершении работы ленту снимают (ленты самописцев меняют один раз в сутки - для суточных, и раз в неделю - для недельных, в срок, ближайший к 13 часам Московского времени). Сняв ленту с показаниями, на обороте подписывается время и фамилии наблюдателей. Такая лента готова для анализа. По ней можно в любой момент времени определить атмосферное давление.

Самостоятельные наблюдения за атмосферным давлением

В домашних условиях следить за изменением атмосферного давления можно с помощью цифровых погодных метеостанций. Среди них есть

недорогие, которые можно заказать и купить в Интернет-магазинах. Помимо давления они, как правило, измеряют температуру и влажность воздуха.

Для наблюдения за давлением в рамках школьного проекта можно приобрести **аналоговые anerоидные барометры**.



Рис. 3.16. Аналоговый anerоидный барометр

В Интернете предлагаются такие барометры различных фирм и модификаций. Их преимущества в том, что все они просты в употреблении, а значение давления не вычисляется, его показание сразу снимается с прибора. Можно найти недорогие, легкие и компактные барометры.

В экспедициях и походах удобно пользоваться небольшими цифровыми барометрами, которые продаются для путешественников, рыбаков и охотников. Они компактны (некоторые на шнурке - можно повесить на шею) и неплохо регистрируют изменение атмосферного давления. Работают такие барометры от батареек.

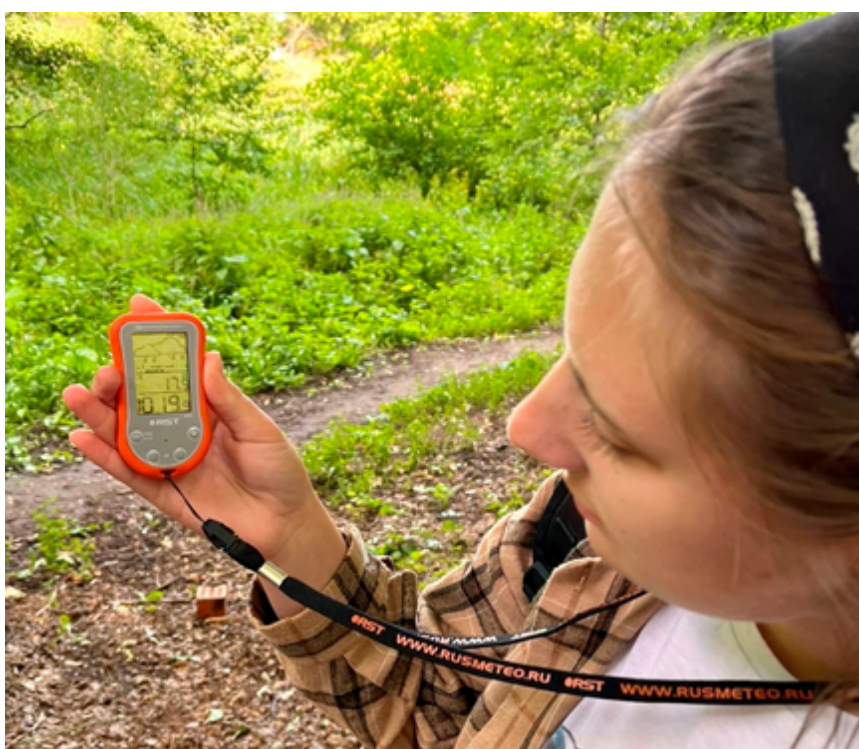


Рис. 3.17 Измерение давления с помощью цифрового барометра в походных условиях

Члены Научного студенческого общества при кафедре метеорологии и климатологии географического факультета СГУ пользуются цифровым барометром для определения изменения давления с высотой в экспедициях и походах.

Дополнительные ресурсы:

По данной тематике предлагаем также воспользоваться образовательными материалами онлайн-школы "Online-Meteo". Рекомендуем посмотреть:



Наведите камеру

- мини-лекцию "Атмосферное давление"

- серию мини-лекций "Живые барометры":



Наведите камеру

ЧАСТЬ 1. "Пернатые синоптики"

ЧАСТЬ 2. "Животные, наиболее чутко реагирующие на изменения погоды"



Наведите камеру

ЧАСТЬ 3. "Растения и жители рек и озер в роли помощников в предопределении будущей погоды"



Наведите камеру

Для наглядного представления о циклонах, антициклонах и других формах барического рельефа воспользуйтесь информационными карточками "Барические системы на картах погоды" и "Атмосферные фронты на картах погоды".

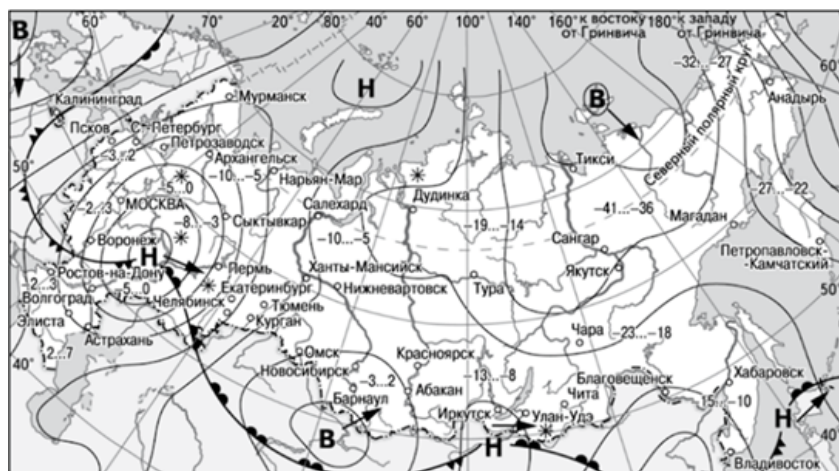


Наведите камеру

Викторина "Атмосферное давление"

Отвечая на вопросы, необходимо выбрать и отметить (подчеркнуть или обвести) только **один** вариант ответа:

1. В области какого барического образования находятся города Воронеж, Москва, Волгоград?



Синоптическая карта

- а) гребня
- б) циклона
- в) антициклона
- г) ложбины

2. На одном из телевизионных каналов диктор произнес, что давление в Саратове 760 мм ртутного столба, а на другом, что давление в Саратове 1013,3 гПа. Кто из дикторов ошибся?

- а) тот, кто назвал 760 мм ртутного столба
- б) тот, кто назвал 1013,3 гПа
- в) оба
- г) никто (760 мм рт. ст. равно 1013,3 гПа)

3. Мороз и солнце; день чудесный! Какое барическое образование обычно характеризует морозную солнечную погоду?



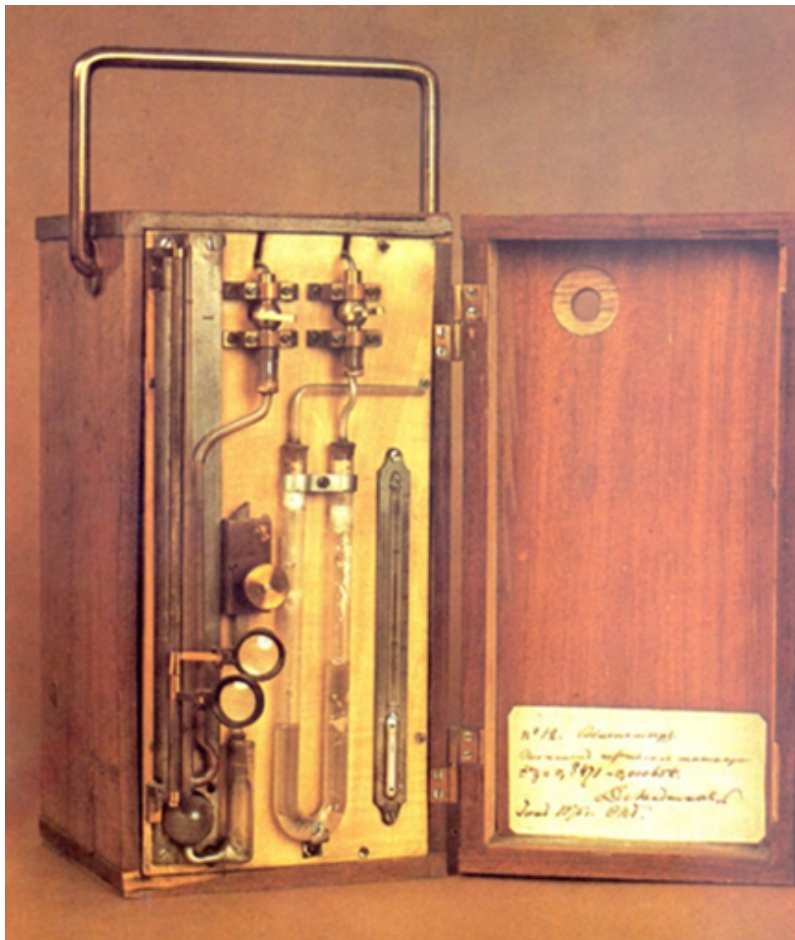
Художник Олег Пятин

- а) ложбина
- б) циклон
- в) антициклон

4. Что на синоптической карте означают зоны сгущения изобар - линий равного давления?

- а) это место, где атмосферное давление меняется в горизонтальном направлении слабее
- б) это место, где атмосферное давление и ветер меняются в горизонтальном направлении сильнее
- в) ничего не означает

5. В 70-х годах 19 века этим ученым созданы точные приборы для измерения давления и температуры верхних слоев атмосферы. Большой интерес для ученых представлял изобретенный им дифференциальный барометр для измерения разности давления. Этот прибор мог использоваться как в лабораторных исследованиях, так и в полевых условиях. О каком ученом идет речь?



Дифференциальный барометр, 19 век

- а) Жак Бабинэ
- б) Дмитрий Иванович Менделеев
- в) Василий Васильевич Докучаев
- г) Адольф Яковлевич Купфер

6. "Погода на вершине нам благоприятствовала. Много снимали. Чувство окрыления и удовлетворения переполняло нас! Как говорится – "Мечта сбылась"! Дело было сделано, Эверест был наш, и это то, чем можно гордиться всю жизнь", – из воспоминаний саратовского альпиниста Сергея Богомолова. Какое примерно атмосферное давление было на вершине в гектопаскалях, если барометр показывал значение 251,3 мм рт. ст.?



Саратовский альпинист Сергей Богомолов на вершине Эвереста

- а) 155 гПа
- б) 335 гПа
- в) 535 гПа
- г) 725 гПа

7. Это атмосферное образование является быстро вращающимся вихрем, который возникает в тропических широтах над поверхностью океанов, из которых он получает энергию для развития. Спирально устремленные ветры сходятся в центральной зоне (глазе), где давление минимальное. В глазе скорость ветра уменьшается, движение воздуха имеет преимущественно нисходящий характер, а небо часто остается ясным. Диаметр такого вихря обычно составляет около 200-500 км, но может достигать и 1000 км. Какое название нельзя применить к данному атмосферному образованию?



Вид на атмосферное образование с космического спутника

- а) тропический циклон
- б) торнадо
- в) ураган
- г) тайфун

4. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОБЛАЧНОСТЬЮ

Люди постоянно обращают внимание на красоту и великолепие облаков, многообразие их форм и очертаний, слагают о них стихи, песни, рисуют картины...

Но кроме эстетической функции облака несут в себе очень важную практическую - помогают специалистам-метеорологам охарактеризовать погоду на ближайшее будущее. Они могут быть предвестниками хорошей погоды или же надвигающейся грозы с ливнями, а зимой - снегопада. Поэтому на всех метеостанциях мира ведется постоянное наблюдение за ними.



Рис. 4.1 Студенты СГУ и школьники изучают формы облаков с помощью специальной рамки-определителя на метеостанции

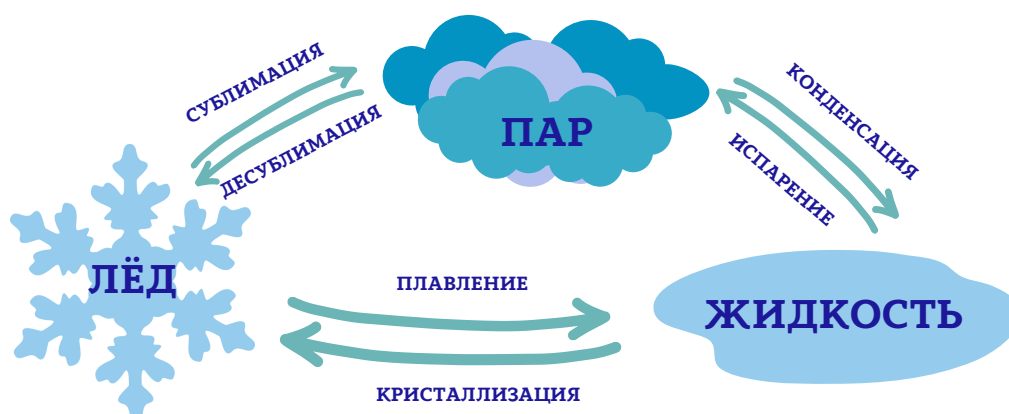
Данный раздел познакомит вас с одной из самых красивых и непостоянных характеристик погоды - облаками. В отличие от температуры, давления, влажности, которые люди ощущают, но не видят, облака радуют нас разнообразием форм, видов и связанных с ними осадков и оптических явлений.

Что такое облака?

Это совокупность взвешенных в атмосфере водяных капель и ледяных кристаллов, находящихся на некоторой высоте над земной поверхностью.

Возникновение облаков

Облака возникают вследствие перехода водяного пара в жидкое (конденсации), либо твердое (сублимации) состояние при понижении температуры воздуха и увеличении общего влагосодержания в атмосфере.



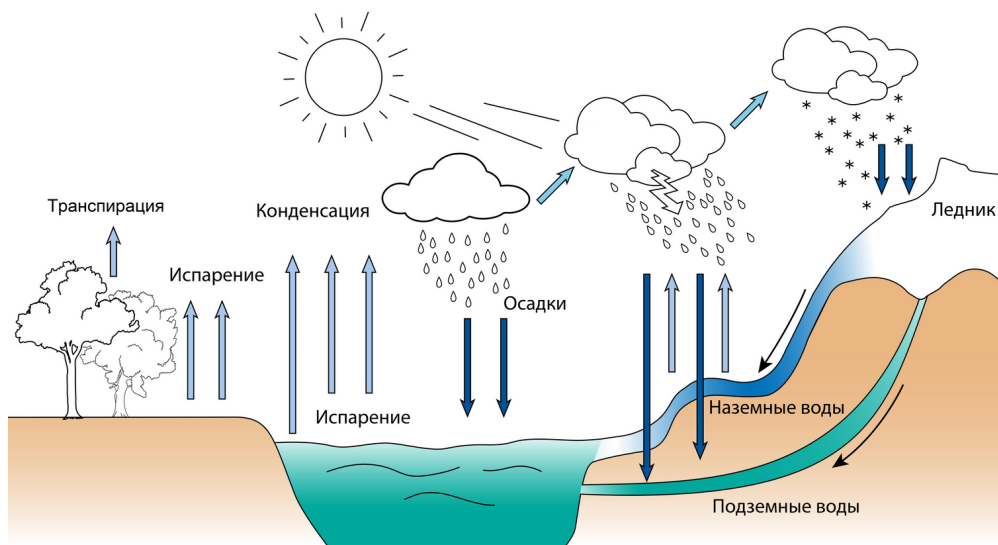


Рис. 4.2 Схема, поясняющая процесс облакообразования и выпадения осадков

Фазовое строение облака

По фазовому строению облака делятся на три группы:

1. Водяные, состоящие только из капель радиусом 1—2 мкм и более. Капли могут существовать не только при положительных, но и при отрицательных температурах. В последнем случае они будут находиться в переохлажденном состоянии, что в атмосферных условиях вполне обычно. Чисто капельное строение облака сохраняется, как правило, до температур порядка $-10...-15^{\circ}\text{C}$ (иногда и ниже).

2. Смешанные, состоящие из смеси переохлажденных капель и ледяных кристаллов при температурах $-20...-30^{\circ}\text{C}$.

3. Ледяные, состоящие только из ледяных кристаллов при достаточно низких температурах (порядка $-30\dots-40^{\circ}\text{C}$)

Необходимость изучения облаков определяется их важной ролью в круговороте воды и глобальном распределении водных объектов, а также определяющей ролью при анализе и прогнозе погоды.



Рис. 4.3 Облака. Вид с земли, из самолета и из космоса (спутниковый снимок)

Роль облачности в радиационном режиме Земли

Облака играют ключевую роль в радиационном режиме Земли. Солнечный свет, попадая в облачную среду, испытывает многократное рассеяние, многие фотоны выходят из облака в обратном направлении (именно поэтому облака кажутся белыми).

Таким образом, облака увеличивают отражательную способность - альбедо Земли - примерно в два раза — с 15% (такая доля энергии, поступающей от Солнца, отражалась бы в космос в отсутствие облаков) до 30% — и охлаждают планету. С другой стороны, выступая как чёрное тело, облака поглощают собственное тепловое излучение Земли и переизлучают его в космос уже при более низкой температуре, то есть облака в данном случае утепляют планету. Без облаков температура воздуха на Земле менялась бы гораздо сильнее от ночи ко дню и от зимы к лету.

Таким образом, благодаря экранирующему эффекту облачность препятствует как охлаждению поверхности Земли за счёт собственного теплового излучения, так и её нагреву излучением Солнца, тем самым уменьшая сезонные и суточные колебания температуры воздуха.

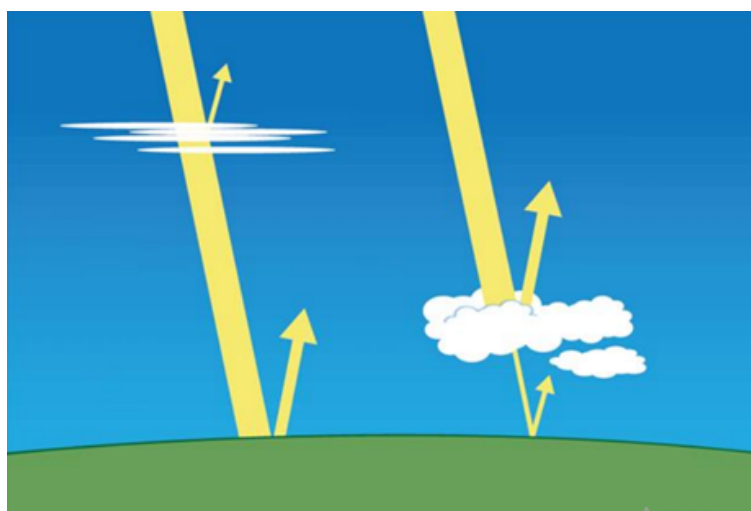


Рис. 4.4 Схема, поясняющая роль облачности в радиационном режиме Земли

Облака и авиация

Данные о количестве, форме и высоте облачности крайне необходимы для авиации, так как самые опасные явления, осложняющие полет и даже делающие его невозможным, связаны с облаками (плохая видимость, сильные осадки, включая град, грозы, турбулентность, обледенение). Таким образом, необходимость познаний облачности очень актуальна.



Рис. 4.5 Изучение карты погоды и космического снимка облачности перед полетом

Эстетическая и лечебная функции облаков

И, наконец, облака - это просто очень красивое явление!

В некоторых детских и лечебных учреждениях есть комнаты психологической разгрузки с видами облаков. Вид безмятежных, спокойно плывущих по небу легких облаков успокаивает и снимает напряжение.



Рис. 4.6 Комната психологической разгрузки в детском учреждении

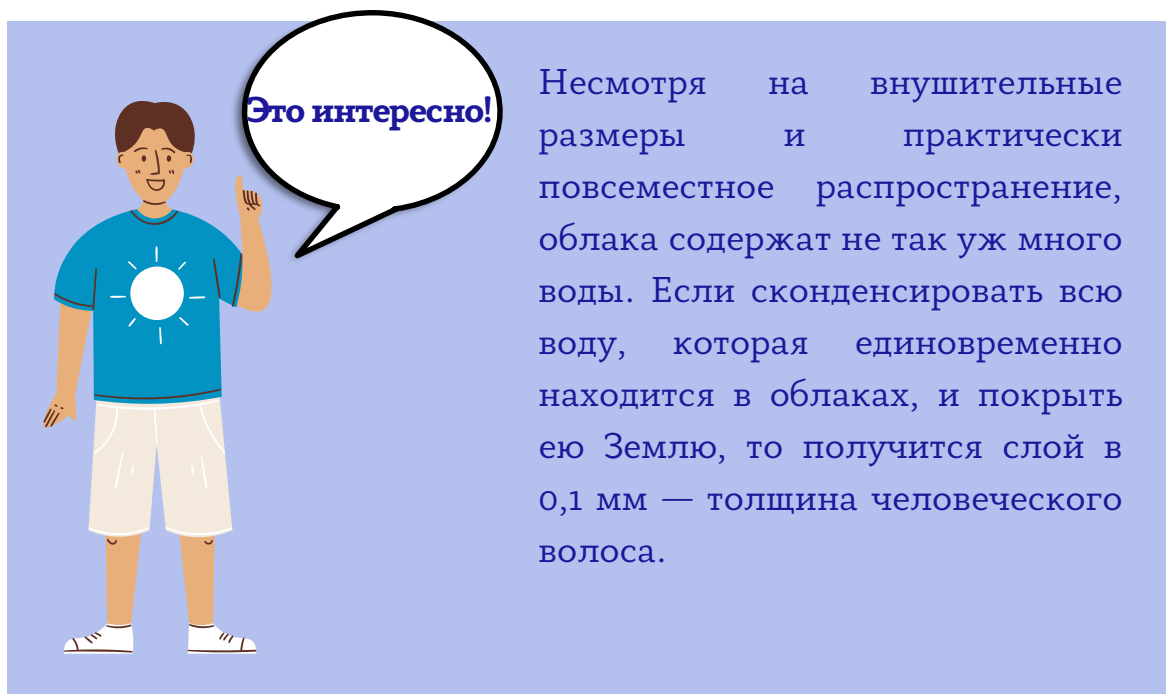
Где образуются облака?

Большая часть облаков образуется в тропосфере, самом нижнем от земли слое атмосферы, примерно до высот: 6-8 км на полюсах, 10-12 км в умеренных широтах и 6-18 км в тропиках.

При определенных условиях облака также могут образоваться и выше: в стратосфере (на высотах 20-30 км - перламутровые облака) и в мезопаузе - переходном слое между мезосферой и ионосферой (на высотах около 80-95 км).

Последние облака имеют несколько официальных названий - их называют серебристыми, ночными светящимися, а также полярными мезосферными облаками.

Облака - это важный элемент погоды. Правильный анализ их видов и количества помогает делать более точными прогнозы погоды, оценивать изменчивость климата. За ними следят с самолетов, спутников и морских судов. Но наиболее системным методом является метод стационарных наблюдений на метеорологических станциях всего мира.



Какие характеристики важно отмечать, наблюдая за облаками?

При наблюдении за облаками важно знать следующее: количество облаков и характер их расположения (сплошной массой, отдельными массами, волнами и т. д.); формы облаков; высоту их нижней и верхней границ; внешний вид и


очертания; направление и скорость перемещения. При этом также важно знать, как изменяются облака с течением времени: увеличивается или уменьшается их количество, уплотняются они или становятся тоньше, с какой стороны горизонта они впервые появляются, цвет облаков и т. д.

О возникновении классификации облаков

На метеорологической сети для определения форм облаков используют специальную классификацию на латинском языке. Ее основу заложил метеоролог-любитель, английский химик-фармацевт Люк Говард. Он с детства наблюдал за облаками и погодными явлениями и пронес это увлечение через всю свою жизнь. Как он позже говорил: "Метеорология - это моя настоящая склонность".



Рис. 4.7 Люк Говард



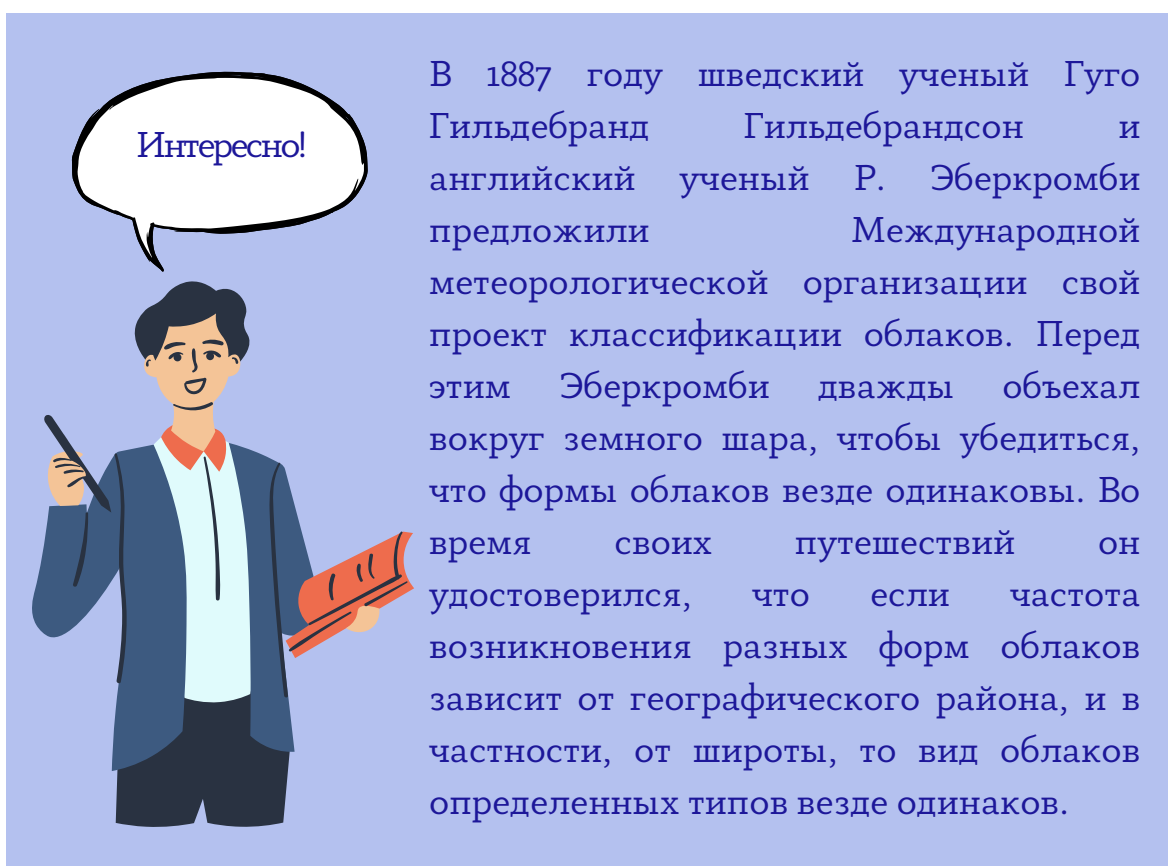
Интересно, чем еще знаменит Люк Говард?

Люк Говард был разносторонним человеком - успешным бизнесменом, писателем и редактором. Помимо классификации облаков, Говард является автором книг "Климат Лондона" (1818), "Семь лекций о метеорологии" (1837), "Времена года в Британии на протяжении 18 лет" (1842) и "Барометрография" (1847). В 1821 году Говард, несмотря на отсутствие у него специального образования, был избран членом Лондонского королевского общества, а в 1850 году вступил в Королевское метеорологическое общество.

В 1802-1803 гг. свои системы классификаций облаков, независимо друг от друга, предложили знаменитый французский естествоиспытатель Жан-Батист Ламарк и Люк Говард. Однако, терминология Ламарка не вошла в научный обиход, так как он создал её на французском языке. Говард же, ориентируясь на разработанную Карлом Линнеем номенклатуру животного и растительного мира, использовал в своей классификации латынь, более приемлемую для широкого сообщества наций.

Именно Говард дал облакам их ныне общепринятые названия, выделив три основных типа: "cumulus" (кучевые), "stratus" (слоистые), "cirrus" (перистые).

Комбинации основных типов позволяли охарактеризовать ещё четыре типа облаков: "cirro-cumulus", "cirro-stratus", "cumulostratus", "cumulo-cirro-stratus", или "nimbus". В своей работе "Эссе о видоизменениях облаков" Говард представил подробное описание этих форм облачности. С некоторыми незначительными изменениями эти категории и имена используются метеорологами всех стран и сегодня, спустя более 200 лет!



В 1887 году шведский ученый Гуго Гильдебранд Гильдебрандсон и английский ученый Р. Эберкромби предложили Международной метеорологической организации свой проект классификации облаков. Перед этим Эберкромби дважды объехал вокруг земного шара, чтобы убедиться, что формы облаков везде одинаковы. Во время своих путешествий он удостоверился, что если частота возникновения разных форм облаков зависит от географического района, и в частности, от широты, то вид облаков определенных типов везде одинаков.

Атлас облаков

Метеорологи во всем мире при наблюдении за облачностью используют справочное пособие - Атлас облаков.

Согласно ему, в зависимости от высоты расположения основания облаков, их относят к одному из трех ярусов. В особую группу выделяют облака вертикального развития, нижняя граница которых в большинстве случаев находится в нижнем ярусе, а верхняя — в нижнем, среднем или верхнем ярусе. При известной высоте того или иного облака понятие ярусов может помочь наблюдателю в его определении. Основные отличительные признаки при определении формы облаков – их внешний вид и структура.

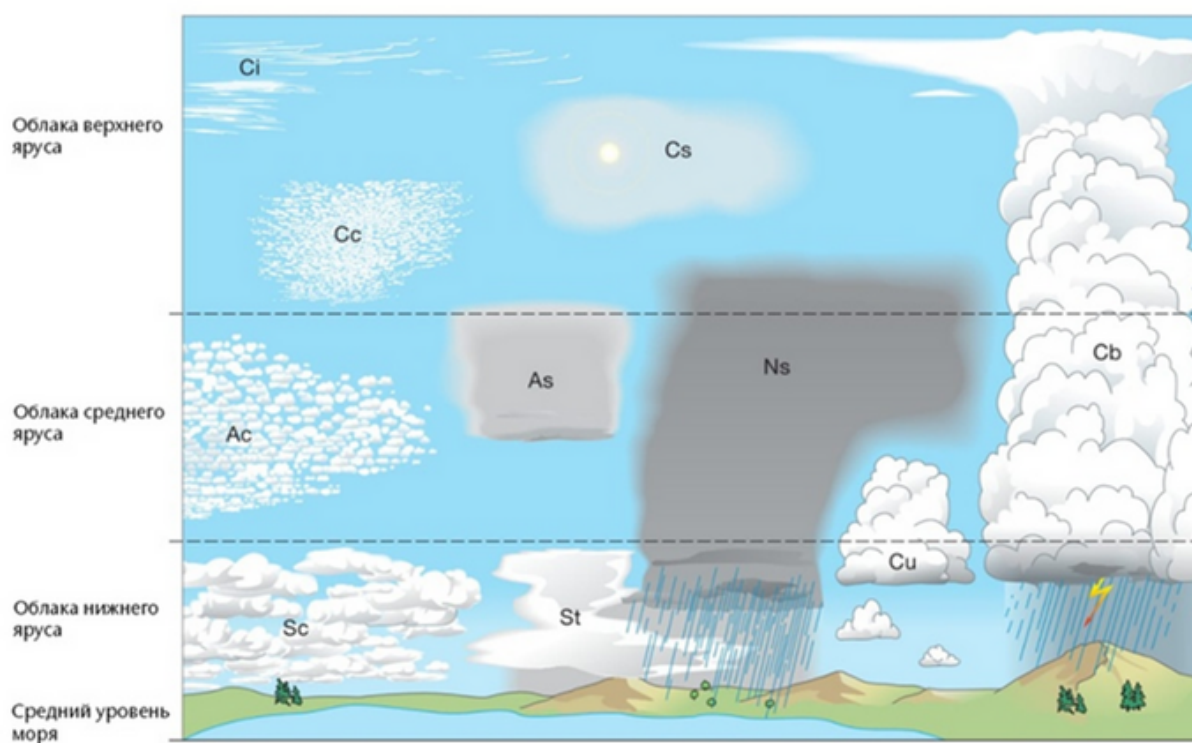


Рис. 4.8 Десять родов облаков в соответствующих ярусах

Согласно современной международной морфологической классификации облаков принято выделять десять родов облаков, описывающих их наиболее характерные формы.

Краткая международная классификация облаков представлена в таблице 4.1. Род облака можно определить, выбрав один из тех, что обычно встречаются на соответствующей высоте. Важно понимать, что в процессе развития и распада облака меняется его внешний вид, структура, и оно может трансформироваться из одного рода в другой.

В международной классификации принят термин "род облаков", в российской научной литературе для обозначения рода употребляется термин "форма облаков". Именно он чаще употребляется в среде отечественных метеорологов. Таким образом, оба понятия могут быть использованы равнозначно.

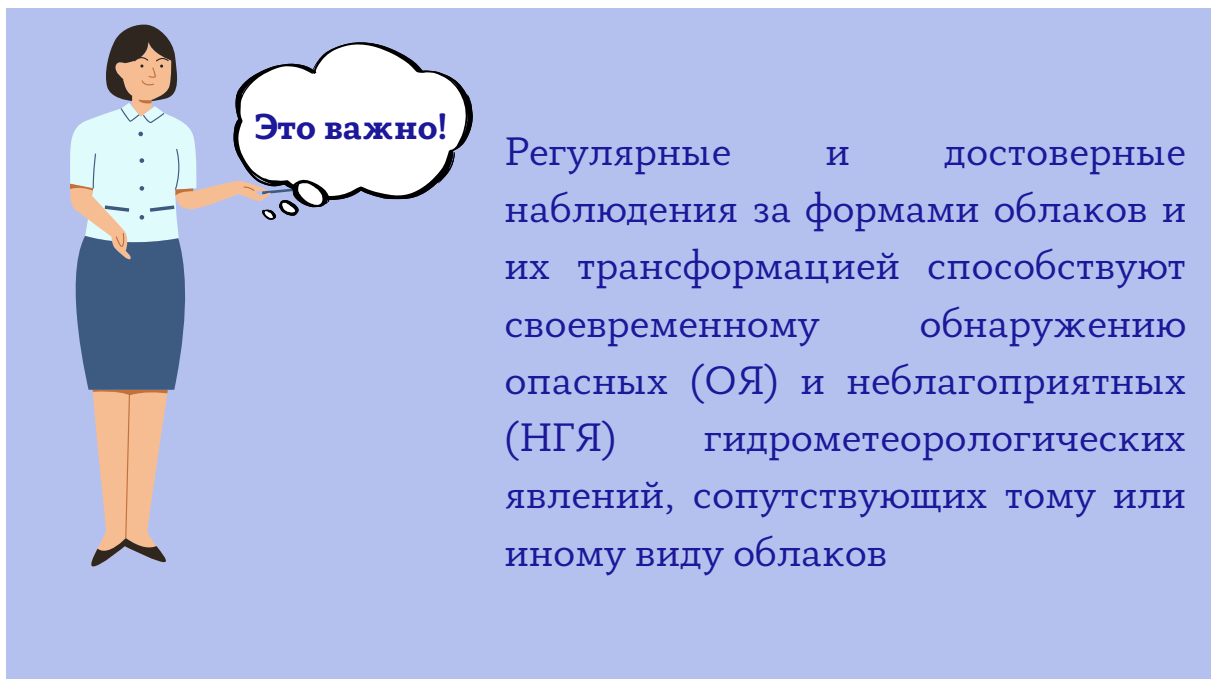


Таблица 4.1 Краткая международная классификация облаков по ярусам и основным родам (формам)

№ п/п	Название (русское)	Название (латинское)	Произношение	Сокращенное обозначение
Облака верхнего яруса (высота нижней границы больше 6 км. Состоят из кристаллов)				
1	Перистые	Cirrus	Циррус	Ci
2	Перисто-кучевые	Cirrocumulus	Циррокумулюс	Cc
3	Перисто-слоистые	Cirrostratus	Цирростратус	Cs
Облака среднего яруса (высота нижней границы от 2 до 6 км. Состоят из кристаллов)				
4	Высоко-кучевые	Alto cumulus	Альтокумулюс	Ac
5	Высоко-слоистые	Altostratus	Альтостратус	As
Облака нижнего яруса (высота нижней границы < 2 км. Преимущественно капельно-жидкие)				
6	Слоисто-кучевые	Strato cumulus	Стратокумулюс	Sc
7	Слоистые	Stratus	Стратус	St
8	Слоисто-дождевые	Nimbostratus	Нимбостратус	Ns
Облака вертикального развития (высота нижней границы может составлять сотни метров, верхняя – десятки километров. В нижней части состоят из капельно жидкой, в среднем – из смеси капель и кристаллов, в верхней – из кристаллов)				
9	Кучевые	Cumulus	Кумулюс	Cu
10	Кучево-дождевые	Cumulonimbus	Кумулониimbus	Cb

Важными признаками, помогающими определить принадлежность облака к тому или иному роду (форме), виду или разновидности, являются:

- происхождение и развитие наблюдаемого облака из облаков какой-либо другой формы;
- световые (оптические) явления, наблюдаемые в облаках различных форм (гало вокруг Солнца и Луны, венцы, столбы) и степень прозрачности облаков;
- выпадающие из облаков осадки и их характер.

Низкие сплошные облака (например, слоистые разорванные, слоисто-кучевые и пр.) могут быть определены также по их освещению наземными источниками света.

Высота нижней границы облаков измеряется с помощью различных методов: визуально, методом шара-пилота, триангуляционным, светолокационным, радиолокационным методами.

Осадки - дополнительный признак при определении облаков

Важной характеристикой облаков являются выпадающие из них осадки. Облака одних форм практически всегда дают осадки, других – либо совсем не дают осадков, либо осадки из них не достигают поверхности земли.

В таблице 4.2 представлены сведения об основных характеристиках родов (форм) облаков.

Таблица 4.2 Род (форма) облаков

Облака верхнего яруса		
Прозрачность, оптические явления, осадки,	Характерные особенности по наблюдениям с поверхности земли	Механизм образования
<p>Перистые Ci (Cirrus)</p> <p>$H_{н.г.}$ 7–10 км, H - от сотен метров до нескольких километров</p>		
<p>Через перистые облака хорошо просвечивают Солнце, Луна, звезды. Днем просвечивает голубое небо.</p> <p>Явления: изредка могут наблюдаться части гало</p>	<p>Наиболее высокие облака верхнего яруса, обычно наблюдаются в небольших количествах, но зачастую могут занимать и значительную часть неба. H колеблется в широких пределах – от сотен метров до нескольких километров. Они состоят главным образом из ледяных кристаллов.</p> <p>Большая высота и <u>характерное волокнистое строение при наличии просветов голубого неба</u> обычно позволяют легко отличить перистые облака от облаков других форм.</p> <p>Перистые облака можно спутать с перисто-слоистыми, которые отличаются от перистых тем, что образуют пелену, достаточно однородную и обширную.</p>	<p>Перистые облака образуются в результате охлаждения воздуха при его восходящем движении в верхней тропосфере, в зоне атмосферных фронтов. Также могут образоваться из вершин кучево-дождевых облаков при их распаде.</p>

Перисто-кучевые Cc (Cirrocumulus)

$H_{н.г.}$ 6 -8 км, H не превышает 200–400 м.

<p>Хорошо просвечивают Солнце, Луна, звезды.</p>	<p>Перисто-кучевые облака состоят из мелких ледяных кристаллов. Перисто-кучевые облака обычно наблюдаются вместе с перистыми или перисто-слоистыми (Cs) облаками.</p>	<p>Cc образуются при возникновении волновых и конвективных движений в верхней тропосфере.</p>
<p>Днем просвечивает голубое небо.</p>	<p>Перисто-кучевые облака можно спутать только с высоко-кучевыми (Ac) облаками, в отличие от которых Cc частично (особенно по краям) имеют волокнистое строение. Кроме того, Cc часто переходят в слой Ci или перисто-слоистых (Cs).</p>	
<p>Явления: венец, иризация</p>	<p>Если волокнистое или хлопьевидное строение перисто-кучевых облаков плохо выражено и облака постепенно приобретают отчетливую волокнистую структуру, то их следует отнести уже к перистым волокнистым.</p>	

Перисто-слоистые Cs (Cirrostratus)

$H_{н.г.}$ 6 -8 км, H - от 100 м до нескольких километров

<p>Просвечивают Солнце, Луна, иногда яркие звезды, слабо просвечивает голубое небо.</p>	<p>Перисто-слоистые облака состоят из ледяных кристаллов. Верхняя и нижняя границы слоя Cs выражены нерезко. Перисто-слоистые облака могут наблюдаться в сочетании с перистыми и перисто-кучевыми.</p>	<p>Перисто-слоистые облака образуются вследствие адиабатического охлаждения воздуха при его восходящем движении в верхней тропосфере в зонах атмосферных фронтов.</p>
<p>Наблюдается Яркое явление гало, венец</p>	<p>Отличие от Ci: пелена перисто-слоистых облаков однородна, непрерывна и не распадается на отдельные участки, разделенные промежутками голубого неба.</p> <p><u>Отличие от высоко-слоистых (As):</u> Cs почти прозрачны, в то время как сквозь As солнце и луна просвечивают тускло, как сквозь матовое стекло, и при этом в дневное время тени от предметов становятся нерезкими или исчезают вовсе.</p>	

Облака среднего яруса

Высококучевые облака Ac (Alto cumulus)

$H_{нг}$ 2–6 км, H не превышает 200–700 м.

<p>В тонких Ac солнце и луна местами просвечивают</p> <p>Явления: гало, венец, иризация</p> <p>Осадки достаточно слабые по интенсивности и (часто не достигающие поверхности земли)</p>	<p>Ac состоят преимущественно из переохлажденных капель воды радиусом 3–6 мкм, а также из ледяных кристаллов. Такой размер капель обеспечивает возможность сосуществования капель с кристаллами льда. В отдельных, более плотных элементах облаков, радиус капель может достигать до 10–25 мкм, что ведет к быстрому росту кристаллов, образованию и выпадению осадков. Вид облачности: белые, иногда сероватые или синеватые облака в виде волн (гряд), состоящих из отдельных пластин или хлопьев. Обычно эти пластины или хлопья разделены просветами голубого неба, но иногда сливаются в почти сплошной покров.</p> <p><u>От перисто – кучевых Ac отличаются</u> большей плотностью и большими видимыми размерами отдельных элементов, а также тем, что высоко – кучевые не связаны непосредственно со слоями перистых облаков.</p> <p><u>От слоисто – кучевых (Sc) отличаются</u> большей высотой, большей прозрачностью.</p> <p><u>От высокослоистых (As) отличаются</u> тем, что они не образуют сплошного однородного серого покрова и не имеют волокнистого строения.</p>	<p>Главные процессы образования Ac:</p> <ul style="list-style-type: none"> • волновые движения воздуха на границах высоко расположенных слоев инверсии; • адвекция фронтальных слоистообразных облаков из областей циклонов и последующая их трансформация; • волновые движения над горными препятствиями; • растекание мощных кучевых и кучево-дождевых облаков; • конвективные движения воздуха в слое выше 2 км.
---	---	--

Высокослоистые облака As (Altostratus)

Н_{н.г} 3 -5 км, Н составляет обычно 1–2 км, иногда и более

<p>Солнце и луна просвечивают как сквозь матовое стекло.</p> <p>В тонких просвечивающих As иногда наблюдается венец.</p> <p>Осадки: дождь, снег, ледяная крупа.</p> <p>Осадки из As не всегда достигают поверхности земли, особенно летом.</p>	<p>Тонкие As и верхние части более плотных As состоят преимущественно из ледяных кристаллов (пластинок), низкие As – из ледяных кристаллов (столбиков) в смеси с переохлажденными каплями воды. Облака часто имеют серовато – синеватый оттенок. Нижние части этих облаков состоят из более крупных снежинок или мелких капель дождя (обычно ниже уровня, где температура воздуха равна 0 °С).</p> <p><u>Отличие от Cs:</u> Высокослоистые облака более плотные и низкие, днем они имеют сероватый цвет и значительно сильнее Cs затеняют солнце. As выглядят как более однородная сплошная пелена без просветов и расчленения на отдельные пластины.</p> <p><u>Отличие от Ns:</u> Облака As имеют большую высоту расположения, меньшую плотность и более светлый тон. Если облака светлые, тонкие, находятся на большей высоте, чем Ns, и дают осадки (что особенно часто наблюдается зимой</p>	<p>As образуются вследствие охлаждения воздуха при медленном, скользящем восхождении теплого воздуха вдоль фронтальной поверхности.</p>
--	--	---

Облака нижнего яруса

Слоисто-кучевые облака Sc (Stratocumulus)

Н_{н.г.} отмечается чаще всего в пределах 0,5–1,5 км, Н – от 0,2 до 0,8 км.

<p>Солнце и луна могут просвечивать только сквозь тонкие края облаков.</p> <p>Явления: венец, иризация</p> <p>Осадки: дождь, снег, снежная крупа</p>	<p>Sc состоят в основном из мелких капель воды, зимой переохлажденных. В отдельных случаях среди капель присутствует некоторое количество ледяных кристаллов (пластинок) и снежинок.</p> <p>Отличительным признаком слоисто-кучевых облаков служит четко очерченная нижняя граница, отсутствие в большинстве случаев осадков или довольно слабые осадки с перерывами.</p> <p>Отличие от As: слоисто-кучевые облака (Sc) располагаются ниже 2 км и состоят из более крупных и более темных элементов, чем As. Условно принимается, что видимый размер элементов Sc превышает десятикратный диаметр солнца.</p> <p><u>Отличие от As:</u> Sc не имеет волокнистого строения, как у As и имеют более темный покров.</p> <p><u>Отличие от St:</u> Sc отличаются большей высотой основания и более ярко выраженной волновой структурой.</p>	<p>Основные процессы, приводящие к образованию слоисто-кучевых облаков:</p> <ul style="list-style-type: none"> • волновые движения в слоях инверсий, расположенных на высотах менее 2 км над подстилающей поверхностью; • адвекция слоистообразных облаков из циклонов и ложбин и их трансформация; • растекание кучевых (Cu) и Cu мощных облаков в слое воздуха под инверсиями, располагающимися ниже 2 км; • волновые движения, возникающие на подветренных склонах возвышенностей и гор.
--	---	---

Слоистые облака St (Stratus)

$H_{н.г.}$ от 0,03 до 0,7 км, H – от 0,1 до 0,6 км.

<p>Солнце и луна обычно не просвечивают</p> <p>Явления: гало, венец</p> <p>Осадки: морось, снег, снежные зерна</p>	<p>Слоистые облака состоят из мельчайших капель воды радиусом 2–5 мкм, размер капель может колебаться от 1 до 20 мкм.</p> <p>У облаков St волнистое строение выражено очень слабо и с трудом различается, так как волны имеют большую длину, а облака расположены низко.</p> <p><u>Отличие от слоисто-дождевых (Ns):</u> St располагаются обычно ниже, чем Ns, они нередко сопровождаются морозящими осадками и ухудшением видимости; St имеют более светлый цвет, чем Ns, причем обычно заметно чередование темных и светлых участков облака, которые имеют большую или меньшую толщину; строение St более однородное, чем Ns; St никогда не дают обложных осадков.</p>	<p>Облака St образуются главным образом внутри однородных воздушных масс, являются зачастую облаками местного происхождения. Нередко имеют достаточно четкий суточный ход (максимальное количество облаков наблюдается ночью).</p>
--	--	--

Слоисто-дождевые облака Ns (Nimbostratus)

$H_{н.г.}$ отмечается в пределах от 0,5 до 1,9 км, она ниже всего вблизи линии фронта.

H обычно достигает 2–3 км, иногда 5 км и более. Однако нередки случаи, когда толщина слоя Ns не превышает 1–2 км и между ними и вышележащими As имеется безоблачная прослойка.

<p>Солнце и луна не просвечивают. Особые оптические явления отсутствуют.</p> <p>Осадки: дождь, снег, ледяная крупа.</p> <p>Иногда осадки из Ns не достигают поверхности земли вследствие испарения.</p>	<p>Состоят из переохлажденных капель и ледяных кристаллов. В нижней части облака преобладают мелкие капли воды с примесью снежинок или сравнительно крупных капель.</p> <p>Слоисто-дождевые облака имеют вид темно-серого облачного слоя, иногда с синеватым оттенком. Обычно закрывает все небо сплошным слоем без просветов. Во время выпадения осадков он кажется однородным, в перерывах между выпадением осадков заметна неоднородность и даже некоторая волнистость слоя облаков.</p> <p>Основным признаком, по которому безошибочно определяются Ns, служит выпадение обложных осадков. Этот признак помогает обнаружить Ns даже тогда, когда они снизу маскируются разорванно-дождевыми облаками (Fmb).</p> <p><u>Отличие от As (плотных и туманообразных):</u></p> <p>Ns непрозрачные (солнце и луна не просвечивают), значительно более темного цвета с размытыми основаниями.</p> <p><u>Отличие от Cb:</u> Ns появляются на фоне сплошной облачности, а Cb надвигаются при наличии просветов голубого неба и по характеру осадков, которые у Cb имеют ливневой</p>	<p>Слоисто-дождевые облака образуются в процессе охлаждения воздуха при его восходящем движении вдоль наклонной поверхности (например, горы) вблизи линии фронта, однако такое движение воздуха может происходить и без связи с линиями приземных фронтов.</p>
---	---	--

Облака вертикального развития

Кучевые облака Cu (Cumulus)

$H_{н.г.}$ 0,6—1,2 км (в значительной мере зависит от влажности воздуха), вертикальная протяженность – от сотни метров до нескольких километров.

<p>Солнце не просвечивает сквозь центральные части кучевых облаков, а только через их края.</p> <p>Явления:</p> <p>радуга, венец</p> <p>Осадки:</p> <p>дождь, снег, снежная крупа,</p>	<p>Состоят из капель воды, более крупных в верхней части облака и более мелких у его основания. При отрицательных температурах капли находятся в переохлажденном состоянии.</p> <p>Развиваясь, Cu могут трансформироваться в кучево-дождевые (Cb). Иногда Cu и Cb наблюдаются одновременно. Распадаясь, Cu могут перейти в Sc, Ac и затем рассеяться совсем.</p> <p>Плотные, развитые по вертикали облака с белыми куполообразными или кучевообразными вершинами и с плоским сероватым или синеватым основанием.</p> <p>Кучевые облака могут быть на небе в виде отдельных редких облаков или в виде значительного скопления, закрывающего почти все небо. Центральные части отдельных облаков могут быть темными (серыми или темно-серыми в зависимости от их мощности), а освещенные края – ярко-белыми, в виде светлой или блестящей каймы в зависимости от расположения облаков относительно солнца.</p> <p>Отличие от слоисто-кучевых: кучевые облака не образуют сплошных длинных валов или сплошных слоев. Покров Cu всегда разделяется на отдельные облака, в промежутках между которыми видны их бугристые, резко</p>	<p>Основной процесс, приводящий к образованию кучевых облаков, – это мощные восходящие движения воздуха, обусловленные неравномерным нагревом подстилающей поверхности (термическая конвекция).</p> <p>Весной и летом облака Cu могут наблюдаться на фоне любых других облаков, если эти облака не препятствуют прогреванию поверхности земли и развитию дневной термической конвекции.</p>
--	--	---

Кучево-дождевые облака Сb (Cumulonimbus)

Н_{н.г.} обычно находится в пределах от 0,6 до 1,2 км. Верхняя граница кучево-дождевого облака достигает 4–5 км, в отдельных случаях – высоты тропопаузы (8–9 км).

<p>Солнце не просвечивает, затененные части облаков темные, освещенные солнцем - ярко-белые.</p> <p>Явления:</p> <p>гало (может наблюдаться у вершины или в верхней части облака), радуга</p> <p>Осадки:</p> <p>дождь, снег, град, снежная крупа, ледяная крупа.</p> <p>Из Сb часто свисают «полосы падения»</p>	<p>Состоят из капель разного размера (радиусом от нескольких мкм до 1 см), а также ледяных кристаллов, снежных зерен и града (до нескольких см).</p> <p>Кучево-дождевые облака образуются, как правило, в результате дальнейшего развития Сu мощных.</p> <p>Если Сb сильно распространились по горизонтали, их основания слились и с пункта наблюдений ни в один из просветов не видно резко очерченных бугристых боковых сторон облаков, то их можно спутать с Ns.</p> <p><u>Отличие от Ns:</u> Сb имеют свинцово-темную окраску и дают ливневые осадки.</p> <p><u>Отличие от облаков Сu мощных:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Сb имеет темную окраску основания облака; - если Сb находится близко к зениту, то его окраска становится свинцово-темной, освещенность при этом резко уменьшается; - выпадение ливневых осадков; - если осадки не достигают поверхности земли, то они (в удаленных облаках) заметны в виде полос падения (virga) - вертикальных или наклонных следах осадков, выпадающих из основания облаков и не достигающих земной поверхности; - волокнистое строение части облака или перистовидная форма его вершины. 	<p>Основным процессом образования кучево-дождевых облаков является процесс охлаждения воздуха при восходящем движении в условиях сильно развитой динамической или термической конвекции.</p>
--	---	--

Пояснения к встречающимся в таблице 4.2 оптическим явлениям:



Рис. 4.9 Гало, г. Саратов. Фото Демидовой Елены

Гало - группа оптических явлений в форме колец, дуг, столбов или ярких пятен, образующихся вследствие преломления или отражения света кристаллами льда, взвешенными в атмосфере. Гало, образуемые вследствие рефракции солнечного света, могут иметь цветную окраску, в то время как отраженные гало белого цвета. Лунные гало чаще всего выглядят белыми, так как ночью трудно разглядеть цвета.



Рис.4.10 Явление "Лунная корона" (или венец)
над Чукоткой, Россия (vk.com/meteodnevnik)

Венец (корона - в редакции Атласа ВМО) - оптическое явление, наблюдаемое при тонких облаках и обусловленное дифракцией света, производимое облачными элементами (капельками). Представляет собой светлый ореол, непосредственно примыкающий к диску светила, с чередованием спектральных цветов от внутреннего голубого к внешнему красному, окруженный снаружи одним, двумя или тремя радужными кольцами. Иногда короны, наблюдаемые в облаках, выглядят искаженными вследствие разных размеров частиц в разных частях облаков.



Рис.4.11. Ирризация облаков в регионе Вестфирдир на северо-западе Исландии, 2023. Фото Максима Червякова

Ирризация - возникновение радужной окраски облаков, иногда в смешанные цвета, иногда в форме полос, почти параллельных краям облака; преобладают зеленый и розовый цвета, часто с пастельными оттенками. Ирризация или радужные цвета часто яркие и напоминают цвета перламутра. На разных угловых расстояниях от Солнца причинами ирризации являются дифракция или интерференция.



Рис.4.12 Радуга после дождя. Фото Навроцкого Игоря

Радуга - оптическое явление в атмосфере, обусловленное процессами преломления, отражения и дифракции света в водяных каплях. Выглядит как группа концентрических дуг, имеющих окраску от фиолетового до красного цветов и появляющихся на фоне большого числа водяных капель.

Видоизменение облаков

При изменении условий образования облаков (влажности, уровня конденсации, уровня замерзания и др.) облака могут видоизменяться. Перистые облака могут преобразоваться в перисто-слоистые. Перисто-слоистые облака при значительном уплотнении и снижении переходят в высоко-слоистые, которые при уплотнении и опускании нижней границы переходят в слоисто-дождевые.

Высоко-кучевые часто переходят в слоисто-кучевые. Слоисто-кучевые при снижении могут перейти в слоистые и в слоисто-дождевые. Также возможен обратный переход облаков.

В вечерние часы при ослаблении или прекращении термической конвекции происходит растекание кучевых облаков, и они переходят в слоисто-кучевые вечерние — *Stratocumulus vesperalis* (стратокумулюс веспералис).

Для того, чтобы процесс наблюдения за облаками был еще более интересным, предлагаем любителям природы воспользоваться электронным "Международным атласом облаков". В нём содержатся фотографии и описания каждого вида и разновидности облаков и связанных с ними явлений.



Наведите камеру

Схематичное руководство Всемирной метеорологической организации по определению типа облаков сделано максимально понятно: отвечая на поставленные вопросы и переходя по стрелкам, вы попадаете на картинку определенного типа облаков



Наведите камеру

Определение количества облачности

При определении количества облаков учитываются только облака, видимые с поверхности земли. При этом, если все небо или его часть закрыта облаками нижнего (среднего) яруса, а облаков среднего (верхнего) яруса не видно, то это не означает, что они отсутствуют. Они могут находиться выше нижележащих слоев облаков, но это не учитывается при наблюдениях за облачностью.

При наблюдениях определяется общее количество облаков всех ярусов, покрывающих весь видимый небосвод (общая облачность), и количество облаков только нижнего яруса (нижняя облачность).

Количество облаков по всему видимому небосводу оценивается визуально по 10-балльной шкале. При отсутствии облаков количество облаков оценивается 0 баллов. Если облаками занята 0,1 часть небосвода, количество облаков оценивается 1 баллом, 0,3 части - 3 баллами и т.д. При полном покрытии небосвода количество облаков оценивается 10 баллами.

Количество облаков менее 1 балла отмечается как следы, при этом форма этих облаков не определяется.

Если облаками покрыто более 0,9 небосвода (более 9 баллов), но имеются отдельные просветы (составляющие менее 0,1 небосвода), то количество облаков (облачность) оценивается как 10 баллов с просветами (10).

Определение количества облаков в темную часть суток надо производить, руководствуясь видимостью звезд, т.е. считая покрытыми облаками те части неба, где звезд не видно. Однако, при этом надо иметь в виду, что существуют тонкие облака (С_i, С_s и др.), сквозь которые звезды хорошо просвечивают.

При оценке количества облаков, когда они занимают менее половины видимого небосвода, следует мысленно суммировать покрытые облаками части небосвода. Если количество облаков больше 5 баллов (т.е. облаками покрыто больше половины небосвода), удобнее суммировать площади, не занятые облаками, и полученную величину, выраженную в баллах, вычесть из десяти. Остаток покажет количество облаков в баллах.

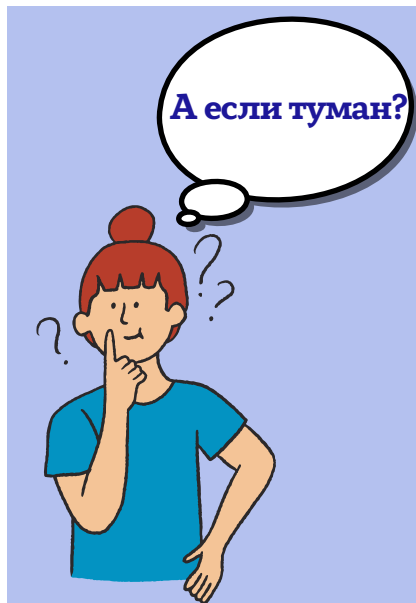


Рис.4.13 Облака над Белым морем. Фото Червякова Максима

Определение форм облаков, их видов и разновидностей производится для всех облаков, имеющих на небосводе, когда они по количеству составляют 0,5 балла и более.



Рис.4.14 Конвективные облака. Фото Червякова Максима



Если облака видны сквозь туман, дымку или мглу, следует определить их количество, не считая туман, дымку или мглу за облака. Количество облаков на небосводе не оценивается, если туман или сильная мгла просвечивают, но не в такой степени, чтобы можно было определить количество облаков.

При ежедневных наблюдениях за облачностью метеорологи-наблюдатели на всех метеостанциях мира не ограничиваются определением только рода (формы) облаков. Они отмечают их виды и разновидности.

Облака верхних слоев атмосферы

Перламутровые облака

Имеют и другое научное название - полярные стратосферные облака. Образуются они в стратосфере на высотах 20-30 км. Обычно наблюдаются в высоких широтах (Антарктике, Арктике, Скандинавии, Аляске, Канаде и на севере Российской Федерации) в зимнее время, когда температуры в стратосфере падают значительно ниже точки замерзания (обычно около -85°C).



Рис. 4.15 Перламутровые облака. Лима, Швеция.
Фото Albert de Nijs

Перламутровые облака по форме напоминают перистые или высококучевые чечевицеобразные, имеют ярко выраженную иризацию, которая напоминает радужную окраску перламутра. Причем самые яркие цвета наблюдаются, когда солнце находится в нескольких градусах за линией горизонта. Спустя два часа после захода солнца они перестают светиться, но еще различимы по ослаблению ими света звезд, в лунные ночи иногда видны как темные облака. С приближением рассвета они начинают светиться снова.

Согласно Международному атласу облаков перламутровые облака состоят из сферических кристаллов диаметром примерно 10 мкм. И, благодаря дифракции и интерференции проходящих через них световых волн, дают характерные яркие радужные цвета.

Отличие от перистых облаков: если на небе после заката одновременно присутствуют перистые и перламутровые облака, то из-за своей значительной высоты перламутровые облака остаются яркими уже после того, как перистые становятся серыми.

Серебристые - полярные мезосферные, ночные светящиеся облака

Серебристые облака - самые высокие облака в атмосфере Земли. Образуются в области очень холодного атмосферного слоя – мезопаузы и вблизи нее на высотах 76-95 км в летнее время, когда температура там понижается до своих минимальных значений - от -120°C и ниже.

Серебристые облака можно наблюдать с земли через 30-60 минут после полного заката и перед началом рассвета, когда еще не начало светать (когда светило находится на 6° - 16° за горизонтом).

Серебристые облака - тонкие, крайне разреженные, похожие на перистые тропосферные облака - особенно замечательны своим блеском. Они ярко светятся в ночном небе белым, голубым и серебристым светом. Это красивое серебристое свечение возникает за счет рассеивания света в мельчайших ледяных кристаллах при освещении их лучами Солнца. За это они и получили свое название - ночные светящиеся облака (noctilucent).

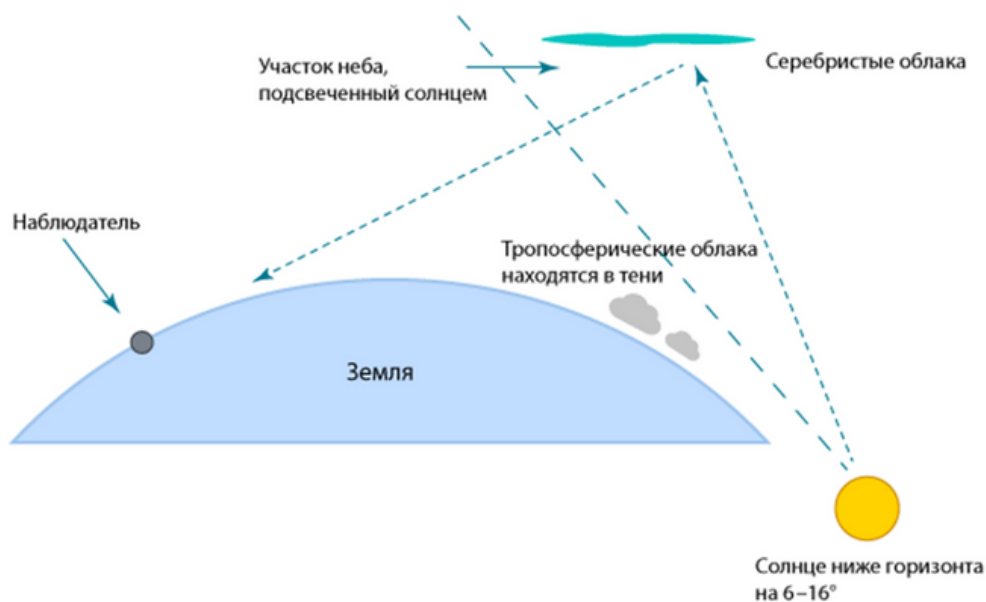


Рис. 4.16 Схема, поясняющая наблюдаемость серебристых облаков на небе. Фото с сайта Gismeteo: погода в России

Мезосферные облака наблюдаются в обоих полушариях Земли. В Северном полушарии - с середины мая по середину августа. Самые благоприятные условия для их наблюдений складываются на широтах 55-60°.

Однако, в последние годы ученые отмечают все более частое их появление в более южных широтах (Низовье Дона, Северный Кавказ, и др.). Самый южный рекорд их видимости - $34,16^\circ$ с. ш. был установлен 14-го июня 2019 года в Калифорнии в г. Джошуа Три, недалеко от Лос-Анджелеса.



Рис. 4.17 Серебристые облака в районе Кумысной поляны. Июль 2020 г. Фото Константина Каминского

Серебристые облака представляют собой единственный естественный источник данных о волновых движениях над мезопаузой. Их регистрацией в средних широтах занимаются наблюдатели по всему миру.

В 2020 году в Саратове для наблюдения за серебристыми облаками был создан и успешно работает проект "Argentum".

Его участники в сезоны видимости серебристых облаков проводят ежедневные наблюдения за временем и местом их появления и исчезновения, их положением на небосводе, интенсивностью и продолжительностью свечения в течение ночи, фотографируют и исследуют структуру облаков, в конце сезонов видимости этих облаков обрабатывают наблюдения и заносят их в базу данных. Работа студентов проходит в тесном сотрудничестве с любителями-наблюдателями из Саратовской области.



Для того, чтобы любителям облегчить наблюдения, созданы информационные постеры о том, как наблюдать, как отличить серебристые облака от тропосферных, постер с классификацией форм серебристых облаков. Подготовлены информационный буклет и программа наблюдений.



Наведите камеру

Дополнительные ресурсы:

По данной теме **предлагаем прослушать аудиоматериалы подкаста "Meteo Life": "Дождевые облака"**.



Наведите камеру

О деятельности проекта гражданской науки "Argentum", в том числе о проводимых в его рамках семинарах и конкурсах, **предлагаем посмотреть видеоролик онлайн-школы "Online - Meteo": "Серебристые облака"**.



Наведите камеру

Задания:

А как провести лето с пользой для науки? Очень просто. Летом можно наблюдать за серебристыми облаками. Для этого нужно перейти по ссылке и посмотреть правила и методы наблюдений. А полученный результат занести в таблицу. Было бы здорово к своим наблюдениям прикрепить фотографии, и все полученные результаты прислать по адресу электронной почты: kafmeteo@gmail.com

Облака как местный признак погоды

По облакам во многих случаях можно судить не только об общем состоянии погоды в данный момент, но и о возможных ее изменениях в ближайшем будущем. В таблице 4.2 указано, что одни формы облаков наблюдаются только на фронтальных разделах между воздушными массами, другие же - преимущественно внутри однородных воздушных масс. Эти обстоятельства позволяют нередко правильно предсказать изменение погоды, связанное с приближением либо удалением атмосферного фронта. Предлагаем познакомиться с некоторыми приметами погоды по облакам, которые в большинстве случаев дают достоверный результат.

Некоторые приметы погоды по облакам:



Рис. 4.18 Кучевые плоские облака (*Cumulus humilis*) в Новобурасском районе, 2017 г. Фото Марии Бобриковой

Кучевые плоские облака - облака хорошей погоды

Кучевые плоские облака (лат. Cumulus humilis), не увеличивающиеся в высоту, располагающиеся примерно на одинаковой высоте с резко очерченными со всех сторон краями и плоскими основаниями и выделяющиеся на фоне голубого неба, на берегу и на море — надежный признак установившейся продолжительной хорошей погоды.

"Кучевые облака выглядят так, будто до них можно дотянуться и потрогать их мягкие края. Это самые распространенные и "осязаемые" облака из "облачного семейства". Они отлично подходят для начинающих наблюдателей за облаками, оттачивающих свое мастерство"

Претор-Пинней Г.

О чем говорит быстрое развитие кучевой облачности?

Если уже ближе к полудню вы заметили, что плоские кучевые облака развиваются в кучевые средние и мощные, то есть быстро растут в вертикальном направлении, то уже во второй половине дня очень велика вероятность ливня.

О чем говорит появление перистых когтевидных облаков с запада?



Рис.4.19 Перистые когтевидные облака (*Cirrus uncinus*) в Саратове. Фото Червякова Максима

Если на горизонте появляются тонкие перистые облака, вытянутые в виде нитей с загнутыми концами (лат. *Cirrus uncinus*) - это свидетельствует о том, что на расстоянии нескольких сотен километров находится теплый фронт или фронт окклюзии (образуется в результате смыкания холодного и теплого фронтов и вытеснения теплого воздуха вверх). При устойчивом падении давления следует ожидать обложных осадков, усиления ветра через 12-23 ч, а иногда - в течение ближайших 6-12 ч.

Вымеобразные облака



Рис.4.20 Вымеобразные облака. Саратов, 28 июня 2020 г.
Фото Кошель Анастасии

Облака, похожие на грозди винограда - вымеобразные облака (лат. *mammatus*) - являются предвестниками надвигающегося холодного фронта с ливнями и грозами.

О чем говорит формирование и приближение шквального ворота?

Приближение шквала (грозового фронта) наблюдатель на земле ощутит по потоку холодного воздуха еще до того, как грозовое облако окажется совсем близко.

Распространяющийся по земле нисходящий поток образует зону глубиной от 500 метров до 2 км с отчетливым различием между холодным воздухом потока и тёплым влажным воздухом, из которого формируется гроза.



Рис. 4.21 Шквальный фронт в Саратове, 21 июня 2020 г.

Фото Александра Михайлова

Прохождение такого шквального фронта легко определяется по усилению ветра и внезапному падению температуры. За пять минут температура воздуха может понизиться на 5°C или больше. Шквал образует характерный шквальный фронт с горизонтальной осью, резким падением температуры и изменением направления ветра. Как правило, такой шквальный фронт - один из предвестников сильного ветра, грозы и ливневых осадков, чаще с градом.

Такие события нередко наблюдаются во время формирования крупных кластеров кучево-дождевых (грозовых) облаков, так называемых конвективных суперячеек.

Башенковидные облака

В некоторых случаях утром перед последующей грозой с ливневыми осадками в послеполуденные часы наблюдаются высоко-кучевые либо слоисто-кучевые башенковидные облака.



Рис.4.22 Высоко-кучевые башенковидные облака

Отличить их легко: кажется, что над определенным плоским основанием начинают расти вверх отдельные кучевые массы. Эти облака характеризуют весьма сильную неустойчивость в средней части тропосферы, а поэтому являются часто местным признаком вероятного развития грозовых облаков и, как следствия, ухудшения погоды.

Облачность в прогнозах погоды

В прогнозах погоды для всех метеорологических элементов разработана своя терминология, которую дикторы средств массовой информации должны применять. Для облачности она представлена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 Термины, применяемые в прогнозах облачности

Термин	Количество облаков в баллах
Ясно, ясная погода, малооблачно, малооблачная погода, небольшая облачность, солнечная погода	До 3 баллов облачности среднего и/или нижнего яруса или любое количество облачности верхнего яруса
Переменная (меняющаяся) облачность	От 1-3 до 4-7 баллов нижнего и/или среднего яруса
Облачно с прояснениями, облачная погода с прояснениями	4-7 баллов облачности нижнего и/или среднего яруса
Облачно, облачная погода, значительная облачность, пасмурно, пасмурная погода	8-10 баллов облачности нижнего яруса и/или среднего яруса

Если в течение полусуток ожидается значительное изменение количества облачности, то разрешается использовать две характеристики из терминологии, приведенной в таблице 4.3, а также применять слова "уменьшение" или "увеличение". Например: "Утром малооблачно, днем увеличение облачности до значительной".

Задание:

Используя таблицу 4.3, ответь на вопрос "облачной" задачи:

Утром диктор новостей сказал, что ожидается "облачная с прояснениями" погода. На языке метеорологов это означает, что будет наблюдаться:

- 1) Количество облаков нижнего яруса 7-8 баллов
- 2) Количество облачности нижнего и (или) среднего яруса 4-7 баллов
- 3) Количество облаков от 1-3 до 4-7 баллов нижнего и (или) среднего яруса

Самостоятельные наблюдения за облачностью

Самостоятельное наблюдение за облачностью можно проводить, используя рамку-определитель облаков, разработанную в рамках научно-образовательного проекта "Метеорологика". Вид рамки изображен на рисунке 4.23.

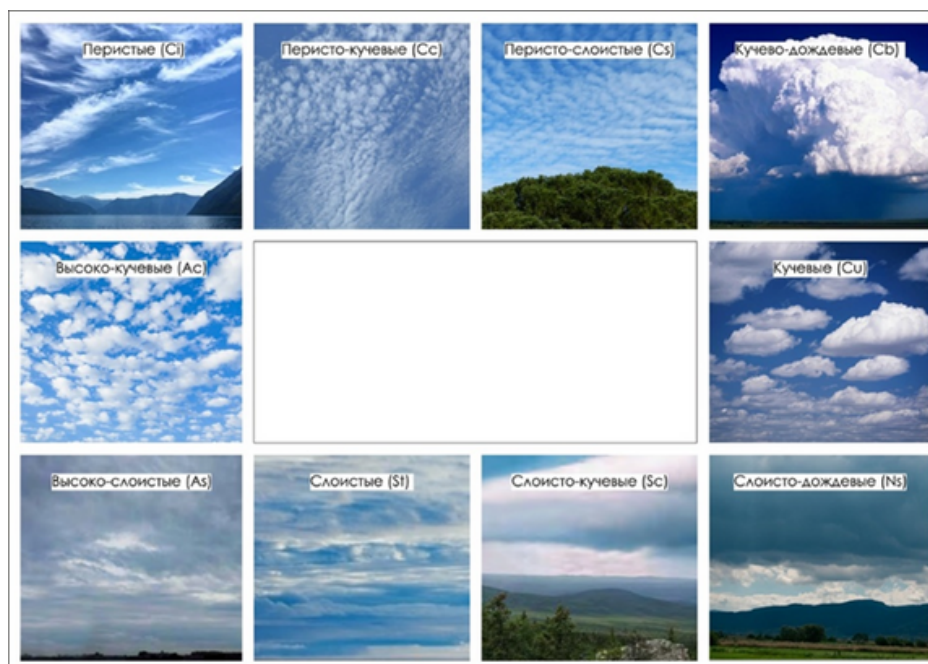


Рис.4.23 Рамка-определитель облаков

Приложение к рамке-определителю "Облака" - содержит пояснительный текст для определения форм облаков согласно общепринятой морфологической международной классификации облаков.



Наведите камеру

Для использования данных дидактических материалов необходимо распечатать рамку-определитель облачности, желательно заламинировать ее (в этом случае удобно будет носить с собой, и она вам дольше прослужит). Затем аккуратно вырезать окошко в середине по пунктирной линии. Сквозь это окно удобно "ловить" облака, а по фотографиям, расположенным вокруг рамки, определять их. Желательно заранее ознакомиться с пояснительным текстом приложения к рамке. Это сделает процесс вашего познания и наблюдения за облаками еще более интересным и захватывающим.



Рис.4.24 Работа с рамкой-определителем облачности

Задания:

1. Попробуйте проверить оправдываемость представленных в пособии примет(ы) погоды по облакам (см. раздел "Облака как местный признак погоды"). Для этого вам надо наблюдать за появлением и развитием указанных в нем форм облачности и последующей погодой. Данные можно заносить в таблицу:

Время наблюдения	Облачность		Примечание
	Количество облаков, баллы (общее/нижний ярус)	Форма облаков	

В графе "Примечание" отмечайте общее состояние погоды в данный момент и ее изменения с течением времени. В конце сделайте вывод о том, оправдались ли приметы(а) погоды по облакам.

2. Учителям можно провести среди школьников конкурс эссе об облаках. Пусть они в любой удобной для них форме напишут о наиболее впечатливших их облаках. Это может быть рассуждение, проза, стихотворение, ода, баллада и т.д.

3. Подготовьте исследовательский проект по облакам.

Цель проекта: обратить внимание школьников на то, что каждое время года имеет свои особенности, связанные, в том числе, и с наличием и преобладанием определенных форм и видов облаков.

Описание: возьмите рамки-определители облаков и проведите немного времени на свежем воздухе. Отмечайте, какие формы облаков вы наблюдаете и как часто они повторяются.

Если у вас сейчас лето, то посмотрите, какие формы облаков наиболее характерны в это время года. А если зима? Вы можете наблюдать за облаками, когда идете в школу или просто гуляете в парке. Иногда для этого достаточно выйти на балкон или исследовать облака из окна. Попробуйте создать свой атлас облаков. Делайте фотографии, определяйте форму, вид или даже разновидность (руководствуясь пособием) и оформите свои наблюдения в виде презентации или коллажа. В дальнейшем это может стать вашим научным проектом. Удачи!

5. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА АТМОСФЕРНЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА ГОДА

Атмосферные явления

В практике метеорологических наблюдений обязательно присутствует ежедневная регистрация атмосферных явлений, которые отмечаются в районе метеостанции и ее окрестностей. К ним относят: осадки и туманы различных видов, метели, грозы, зарницы, полярное сияние, шквал, пыльную бурю, пыльный поземок, вихрь, смерч, ледяные иглы, мглу, снежную мглу, гололед и другие.













По характеру образования атмосферные явления подразделяют на:

- осадки, выпадающие на поверхность земли;
- осадки, образующиеся на поверхности предметов;
- явления, вызванные переносом ветра;
- электрические явления;
- оптические (световые);
- прочие явления.

Все атмосферные явления имеют свои определенные условные знаки, с помощью которых они записываются в метеорологических книжках и обозначаются на картах погоды.

В системе Гидрометеорологической службы приняты следующие обозначения, которые вы можете применять для записи погодных явлений при заполнении календаря погоды в классе и использовать при написании исследовательских работ. Они представлены в таблице 5.1.






Таблица 5.1 Условные обозначения атмосферных явлений

Символ	Название	Символ	Название	Символ	Название
Осадки, выпадающие на поверхность земли					
*	Снег		Ливневый снег		Мокрый снег
	Ливневый мокрый снег		Снежная крупа		Снежные зерна
	Ледяная крупа		Ледяной дождь		Ледяные иглы, ледяная пыль (при безоблачном небе); снежная пыль (при выпадении из облаков); алмазная пыль (термин ВМО)
	Дождь		Ливневый дождь		Морось
	Град				



Осадки, образующиеся на поверхности предметов (отложения частиц)

	Иней		Зернистая изморозь		Гололедица
	Кристаллическая изморозь		Чистый лед		Гололед
	Роса				






Туманы (взвешенные частицы)

	Туман		Ледяной туман		Дымка
	Просвечивающий туман		Поземный туман		





Взвесь частиц в атмосфере

	Мгла		Дым		Пыльная дымка
	Пыльная/песчаная буря (ВМО: ураган)		Пыльный/песчаный поземок		Пыльная/песчаная стена
	Пыльный/песчаный вихрь		Пыльная/песчаная низовая метель		


Гидрометеоры*, состоящие из скопления частиц, поднятых ветром

	Метель низовая		Снежная буря		Поземок
	Общая метель		Водяная пыль		

Электрические явления

	Гроза		Зарница		Полярное сияние
	Коронный разряд				

Оптические (световые) явления

	Солнечное гало		Иризация облака		Кольцо Бишопа
	Лунное гало		Глория		Мираж
	Солнечная корона (венец)		Лунная корона (венец)		Радуга/ Белая радуга

Прочие явления					
▽	Шквал))	Смерч		

***Гидрометеоры** - осадки, состоящие из жидких или твердых частиц воды

В метеорологии «метеором» называют явление, наблюдаемое в атмосфере или на земной поверхности. Оно может быть в виде осадков, взвешенных или отложенных, жидких или твердых частиц. Метеор также может быть в виде оптических или электрических явлений.

Атмосферные осадки – это вода в жидком или твердом виде, выпадающая на поверхность земли и наземные предметы из облаков (дождь, снег, град, крупа, морось и др.). Часто в естественных условиях присутствуют смешанные формы, Осадки имеют важное значение для формирования погоды и климата и являются естественной причиной увлажнения территории.

К жидким осадкам относятся дождь и роса, к твердым - снег, град, снежная крупа, гололед, иней и некоторые другие.

Осадки, выпадающие на земную поверхность, измеряются толщиной слоя воды в миллиметрах, который образовался бы на горизонтальной поверхности от выпавших осадков при отсутствии просачивания в землю, стекания и испарения этих осадков.

Количество осадков определяют для конкретных промежутков времени (мм в минуту, мм в час, мм в месяц, мм в год) с точностью до 0,1 мм.

Приборы для измерения осадков

Измерение количества осадков на метеостанциях производится осадкомером, а регистрация изменений их количества во времени и интенсивность – плювиографом.

Осадкомер Третьякова является основным прибором для измерения количества жидких и твердых осадков. В комплект осадкомера входят два цилиндрических ведра (осадкомерные сосуды), крышка к ведру, планочная защита с кольцевым прутком для подвески планок, таган для установки ведра и измерительный стакан.

Ведро (3) осадкомера (рисунок 5.1) имеет высоту 40 см и площадь приемной поверхности 200 см². Оно устанавливается в таган, который закреплен неподвижно на металлической подставке (7). Рядом с ней располагается лестенка (8). Внутри ведра впаяна диафрагма (2) в виде усеченного конуса, отверстие которой для уменьшения испарения осадков из ведра в летнее время закрывается воронкой (1). С внешней стороны ведра для слива собранных осадков в измерительный стакан припаян носик (5) с колпачком (4).

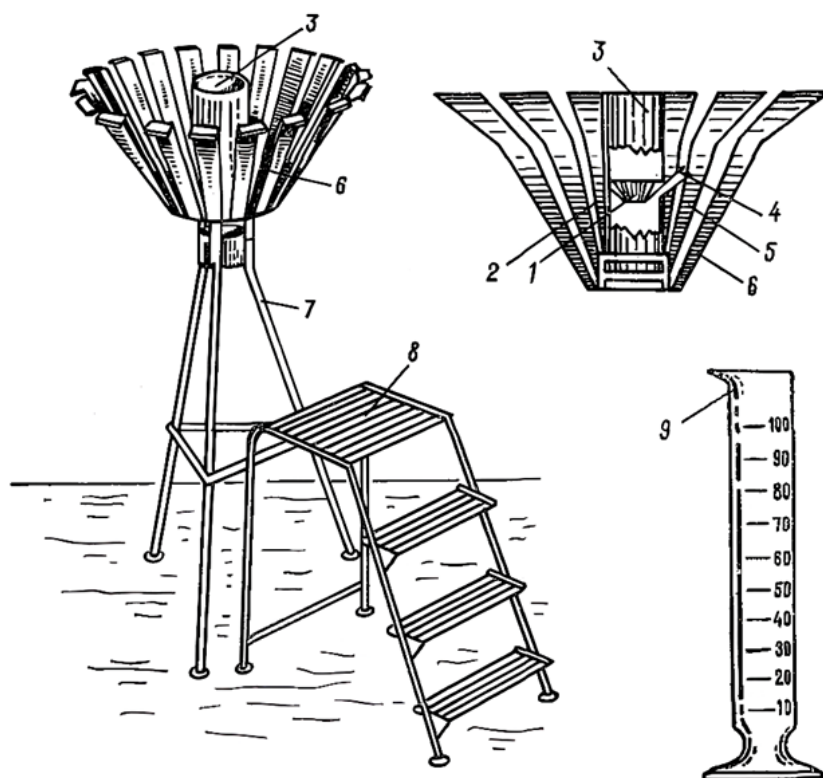


Рисунок 5.1 - Осадкомер Третьякова

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

Для уменьшения влияния ветра на количество осадков, попавших в ведро, применяется ветровая защита (6), состоящая из 16 трапециевидных планок. Верхние концы планок отогнуты во внешнюю сторону и находятся на одной высоте с верхним краем ведра. Они крепятся за ушки на металлическом кольце, которое с помощью четырех кронштейнов соединено с таганом. Планки соединены между собой внизу и вверху цепочками. Устанавливают осадкомер в средней части метеорологической площадки так, чтобы верхний край помещающегося в тагане ведра находился на высоте 2 м от поверхности земли.

Измерение количества осадков с помощью осадкомера

Измерения количества осадков производят 2 раза в сутки (в 7 и 19 часов по местному среднему времени). Ежедневно в указанные сроки наблюдатель берет пустое закрытое крышкой ведро, выносит из помещения и заменяет им ведро, стоящее в тагане осадкомера. При этом крышка снимается с пустого ведра и ею закрывается снятое ведро. В таком виде оно доставляется в помещение станции, где определяют количество выпавших осадков.

Содержащиеся в ведре осадки переливают через носик в измерительный стакан (9), установленный на горизонтальной поверхности, и отсчитывают по положению уровня воды число делений стакана.

Стакан представляет собой мензурку со 100 делениями, каждое из которых по объему равно 2 см³. При площади приемной поверхности ведра 200 см² это соответствует 0,1 мм осадков. Количество выпавших осадков в миллиметрах соответствует числу делений стакана, уменьшенному в 10 раз.

Если осадков окажется более 100 делений стакана, то измеряют их в несколько приемов, записывая число делений каждого измерения и общую сумму. К результатам измерений вводят поправку на смачивание ведра. Для жидких осадков, количество которых меньше 0,5 деления стакана, поправка составляет +0,1 мм, а для осадков 0,5 деления стакана и больше поправка равна +0,2 мм.

Измерение количества твердых осадков производят после того, как они полностью растают при комнатной температуре, при этом ведро и носик для слива должны быть закрыты крышкой и колпачком соответственно.


По данным продолжительности выпадения осадков определяют интенсивность их за этот период (мм/мин).

Наблюдения за атмосферными явлениями холодного периода года

Наблюдения за погодой в зимний период и в переходные сезоны года открывают любителям природы массу интересных атмосферных явлений, о которых мы и поговорим в этой главе.

Но сначала объясним, какие в году выделяют периоды и для чего.

Для учета характера одежды (теплоизоляции) и особенностей акклиматизации человека в различное время года при нормировании параметров микроклимата введены понятия периодов года - теплый и холодный.



Холодный период года – период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже.

Теплый период года – период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$.

Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха за сутки. Осреднение производится по измеренным каждые три часа в течение суток (8 раз в сутки) значениям температуры воздуха.

Приборы для измерения осадков, применяемые в холодный период года

Как мы уже говорили ранее, количество осадков на метеорологических станциях в течение всего года измеряют с помощью осадкомера Третьякова. Для измерения высоты снежного покрова используют весовой снегомер (который определяет также плотность снега и запас воды в нем) и постоянную и переносную снегомерные рейки. Наблюдения и измерения гололедно-изморозевых отложений производится с помощью гололедного станка.

Весовой снегомер

На метеорологических станциях и в экспедиционных условиях высоту снежного покрова и плотность снега измеряют походным весовым снегомером (рисунок 5.2). Он состоит из снегозаборника, весов и лопатки. Снегозаборник (2) представляет собой металлический цилиндр высотой 60 см и площадью поперечного сечения 50 см². На одном конце его находится кольцо, заканчивающееся пилообразной режущей кромкой (1), а другой конец может закрываться крышкой.

Для измерения высоты снежного покрова на цилиндр снегозаборника нанесена шкала в сантиметрах, нулевое деление которой совпадает с нижней частью режущей кромки.

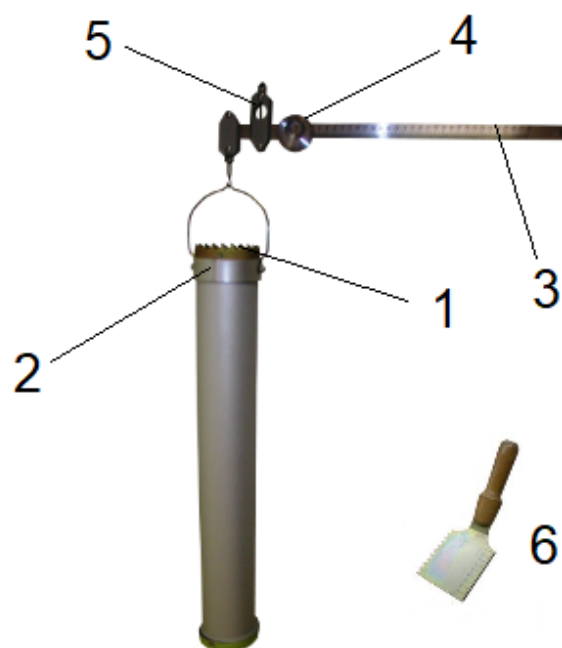


Рисунок 5.2 - Весовой снегомер

2 — металлический градуированный цилиндр с пилообразной режущей кромкой 1; 3 — металлическая линейка со шкалой, 4 — гиря безмена; 5 — призма для подвеса с кольцом, 6 - лопатка

Весы снегомера состоят из латунной рейки (3) со шкалой (цена деления 5 г, цифры проставлены около каждого десятого деления от 0 до 30). На рейке укреплены две призмы. Одна из них служит опорой для крючка, на который подвешивают снегозаборник, а на вторую призму (5) надевается подвес с кольцом, за которое держат весы при взвешивании. Над второй призмой расположена стрелка. По ее совпадению с риской на подвесе

определяют положение равновесия. Для уравнивания весов служит передвижная гиря (4) с круглым отверстием. Для отсчета по шкале на нижней стороне скошенного края отверстия нанесена риска.

Измерения с помощью снегомера весового

За 30 мин до наблюдений снегомер выносят из помещения, чтобы он принял температуру окружающего воздуха. Для определения нулевого показания весов n_0 взвешивают пустой снегозаборник. После этого снегозаборник режущей кромкой погружают в снег строго вертикально до тех пор, пока он не дойдет до почвы, и по шкале цилиндра измеряют высоту снежного покрова h . Затем с одной стороны цилиндра лопаткой отгребают снег, подсовывают ее под режущий край так, чтобы весь снег, находящийся в цилиндре, остался внутри него. В таком положении цилиндр вынимают из снега, поворачивают крышкой вниз и взвешивают снегозаборник со снегом.

Отсчитав показания весов n_1 , определяют фактическое показание весов $n = n_1 - n_0$. Перед следующим измерением снегозаборник освобождают от снега и вновь определяют нулевое показание весов.

Плотность снежного покрова играет большую роль, предохраняя почву от промерзания, так как в зависимости от плотности снежного покрова в сильной степени меняется и его теплопроводность. Так, при уплотненном снеге теплопроводность возрастает, следовательно, почва будет менее предохранена от промерзания.

Расчет плотности снега производится по массе и объему его пробы. Вес взятой пробы равен $5n$, где n – число делений, отсчитанных по шкале весов, а ее объем составляет $50/h$ см³, где h – высота снежного покрова, определенная по шкале цилиндра. Тогда плотность снежного покрова d равна:

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

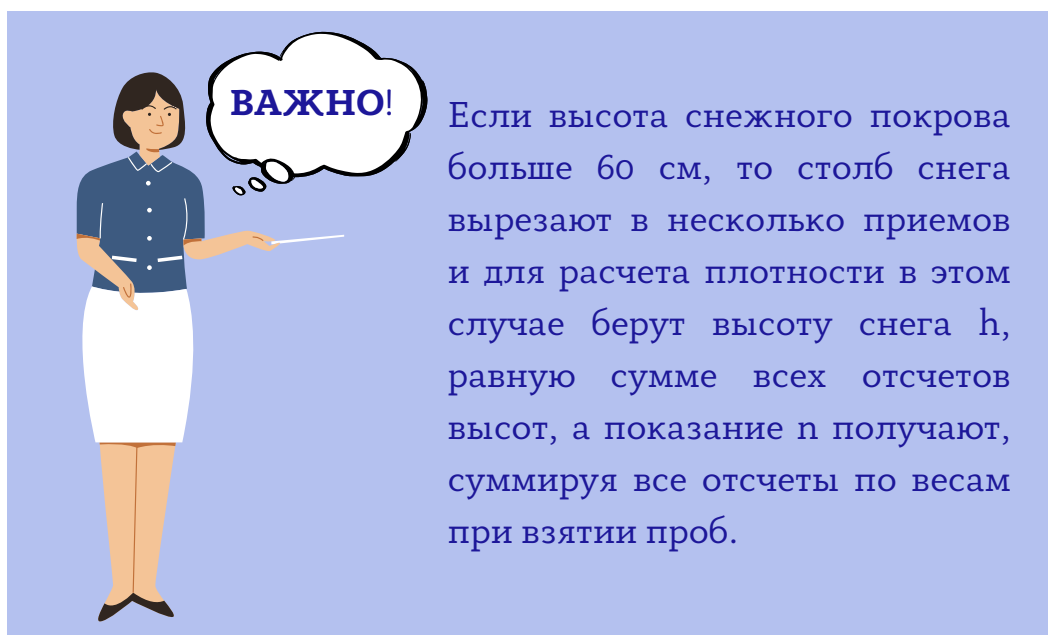




Рис. 5.3 Взвешивание пробы снега с помощью
весового снегомера

По данным измерений весового снегомера можно определить запас воды в снеге. Дополнительные расчеты в этом случае не производятся, так как весы и снегозаборник подобраны так, что запас воды взятой пробы снега соответствует числу делений на весах n . Зная объем воды и приемную площадь снегозаборника, рассчитывают высоту слоя воды. Для этого объем воды делят на площадь сечения и для выражения слоя воды в миллиметрах умножают на 10.

Таким образом, число делений, отсчитанное на весах при взвешивании пробы снега, равно количеству воды в снеге в миллиметрах.

Снегомерные рейки

На метеостанциях для наблюдения за высотой снежного покрова используют постоянные снегомерные рейки, которые устанавливают еще с осени.

Рейка представляет собой деревянный брус длиной около 2 м и шириной не менее 5 см со шкалой с ценой деления 1 см.

Нулевое деление рейки находится на уровне почвы.

Обычно устанавливают три постоянные снегомерные рейки, располагая их по треугольнику с расстоянием между ними около 10 м. По трем измеренным показаниям высоты снежного покрова вычисляют среднее значение этого показателя по метеостанции в сантиметрах.

Измерение высоты снежного покрова по постоянным рейкам делают с одного и того же места на расстоянии 5 – 6 шагов от рейки, не нарушая снежного покрова около нее.



Рис. 5.4 Снегомерная рейка на метеостанции Саратов Юго-Восток. Фото Александра Михайлова

Так как непосредственно около рейки под действием ветра происходит выдувание снега, то при отсчетах необходимо наклоняться возможно ближе к поверхности снежного покрова и отсчет производить с точностью до 1 см.

При маршрутных измерениях высоты снежного покрова применяются переносные снегомерные рейки.

Гололедный станок

Гололедно-изморозевые отложения - отложения льда, изморози и мокрого снега - в сочетании с ветровой нагрузкой способны обрывать линии и ломать опоры электропередач, деревья т.д. На метеостанциях для наблюдения за ними в северной части площадки устанавливается специальное устройство - гололедный станок. Наблюдения на нем включают количественное измерение массы и размеров отложений, их характер и структуру.

Устройство станка представляет собой три столба с четырьмя натянутыми на них на высотах 220 и 190 см над поверхностью земли проводами длиной 104 см и диаметром 5 мм. Общий вид гололедного станка представлен на рисунке 5.5.



Рис. 5.5 Гололедный станок

При каждом выходе на метеорологическую площадку наблюдатель осматривает провода станка и оценивает фактические погодные условия с точки зрения возможности начала образования гололедно-изморозевого отложения. От момента возникновения отложения и до его окончания осмотр производится не реже чем через полтора часа.



5.6 Измерения отложений с помощью гололедного станка на метеостанции Саратов Юго-Восток. Фото Михайлов Александр

Самостоятельные наблюдения за зимними атмосферными явлениями


I. Наблюдения за снегом и снежным покровом

Что такое снег?

Снег - твердые осадки, в виде отдельных снежных кристаллов или хлопьев. Выпадает из слоисто-дождевых (Ns) или высокостроистых облаков (As), а также из слоисто-кучевых (Sc) и слоистых (St).

В разных странах мира ученые на протяжении веков размышляли о тайне кристаллов снега - каковы они, почему формируются в такие многоликие формы, каков механизм образования причудливых узоров?

Впервые на прекрасные снежинки как на кристаллы строгой формы обратил внимание Иоганн Кеплер. О своих наблюдениях и выводах он рассказал в 1611 г. в трактате «О шестиугольных снежинках», который В.И. Вернадский называл первой научной работой по кристаллографии.



Интересно, музей Снежинок!

Многие исследователи занимались вопросами кристаллографии снежинок. Один из них - ученый из Японии Накая Укитиро - посвятил всю жизнь классификации снежинок и выявлению их особых свойств.

В Японии даже есть музей Снежинок, основатель и вдохновитель которого Накая Укитиро. Он не только фотографировал снежинки, но и научился выращивать их в лаборатории. О своих опытах ученый написал в книге «Снежные кристаллы: природные и искусственные», выпущенной в 1954 году.

Как формируются снежинки

Снежинки зарождаются в облаках, где на мельчайших пылевых частицах при отрицательной температуре и достаточной влажности образуются кристаллики льда. Затем на этих кристаллах нарастают новые, и так далее. Структура молекулы воды обуславливает шестиугольную форму кристалла, между его лучами возможны углы лишь 60° и 120° .

Поскольку в каждый момент времени условия, в которых растет снежинка, хоть минимально, но различаются, то каждый кристалл имеет уникальную форму.

"Не бывает двух абсолютно одинаковых снежинок. Бывают схожие, но не идентичные снежные кристаллы. Когда похожие снежинки упали рядом с небольшой разницей во времени (а значит они вместе путешествовали в одних и тех же облаках и при сходных условиях полета), вам на первый взгляд может показаться, что у них одна и та же форма и похожие элементы. Но при ближайшем рассмотрении с увеличением вы обнаружите множество различий.

Не думайте, будто все снежинки идеально симметричны. Присмотревшись к ним во время снегопада, вы быстро заметите, что идеальные образцы попадаются редко. Порой я перебираю тысячи штук, чтобы найти самые выдающиеся примеры. Симметрия — важное свойство снежных кристаллов, но свойство хрупкое и далеко не всегда идеально воспроизводящееся".

Кеннет Либбрехт (1958 г.), профессор физики Калифорнийского технологического института, основную часть своей карьеры посвятил исследованию свойств снежинок, как он сам называет, физике снежинок.

Типы снежинок

Типы снежинок до сих пор вызывают научные споры в среде ученых. К. Либбрехт выделяет 35 типов снежинок; У. Накайя — 41, а самая сложная классификация была предложена метеорологами К. Магоно и К. Ли в 1966 году — 80 различных видов снежных кристаллов. Но в упрощенной и наиболее обобщенной форме они представлены на рисунке 5.7

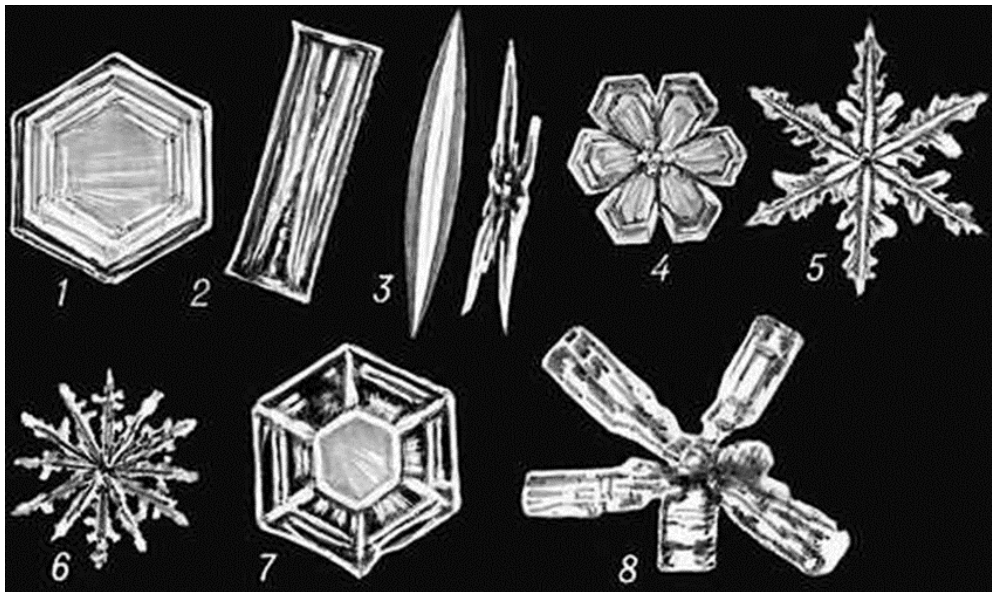


Рис. 5.7 Типичные формы снежных кристаллов: 1 — пластинка; 2 — столбик; 3 — иглы; 4 — звезда с 6 пластинчатыми лучами; 5 — звезда с 6 игольчатыми лучами; 6 — звезда с 12 лучами; 7 — пластинка сложного строения; 8 — комплекс столбиков ("ёж") [3]

Установлено, что основными факторами, определяющими форму образующихся частиц и характер их последующего роста (преимущественный рост боковых граней или оснований, образование новых центров роста и др.), являются температура воздуха и пересыщение водяного пара (состояние, при котором воздух содержит больше водяного пара, чем нужно для насыщения). Наблюдаемое разнообразие форм снежных кристаллов очевидно связано с температурно-влажностным состоянием атмосферы, и, следовательно, зависит от физико-географических условий.



Рис. 5.8 Связь между формой ледяных кристаллов, температурой воздуха и пересыщением водяного пара [3]

В зависимости от физических условий образования и роста снежных кристаллов (прежде всего от температуры и влажности воздуха) их размеры и формы весьма разнообразны. С ростом температуры увеличиваются размеры снежных кристаллов и доля пластинчатых форм. Чаще всего встречаются снежные кристаллы в виде звёзд и ежей.

Согласно Атласу снежинок, преимущественной ориентации хлопьев в снегопаде не обнаружено: они состоят из частиц различного вида, которые при падении колеблются и вращаются вокруг вертикальной оси. При падении большие хлопья часто принимают вид полусфер, обращенных выпуклой стороной вниз.

Снежинки являются "иероглифами", несущими на себе записи условий тех слоев, где они возникли и через которые проходили до падения на землю.

Б.П. Вейнберг, русский и советский физик и
гляциолог

Наблюдения за формой и размером снежинок (ледяных кристаллов)

Задание:

После каждого снегопада рассматривайте с помощью значительного увеличения свежавыпавший снег, оценивайте форму и максимальный размер снежинок. При заполнении Дневника погоды делайте выводы о максимальном размере снежных хлопьев, который вы наблюдали за зимний сезон.

Значительную помощь в исследованиях вам может оказать фотоаппарат с хорошей оптикой, который может в несколько раз увеличить картинку, или же простая лупа с увеличением в 4-10 раз. А еще лучше, носите зимой в кармане складную лупу, и доставайте ее всякий раз, когда идет снегопад, чтобы рассмотреть падающие снежинки.



Рис.5.9 Снежинки при увеличении. Фото Демидовой Елены

Самостоятельные наблюдения за размером снежных элементов можно проводить с помощью легкого сантиметра, прикрепленного скотчем на стекло (когда снежинки оседают на ваших окнах) или с помощью линейки, желательного контрастного со снегом цвета, расположенной на снегу или земле (при вертикальном падении снега в безветренную погоду).

По размеру элементов и их внешнему виду можно определить, какие это осадки: снег, снежная крупа, снежные зерна, ледяная крупа или другие.

Подробное описание этих и других зимних атмосферных осадков дано в приложении к рамке-определителю атмосферных явлений холодного периода года "Осадки, выпадающие на поверхность земли и образующиеся на поверхности предметов".



Наведите камеру

Наблюдения за снежным покровом и внешним видом снега

Снежный покров представляет собой слой снега на поверхности земли, который образуется в результате выпадения осадков.

В течение зимы можно наблюдать за: изменением внешнего вида снега и структуры снежного покрова; загрязненностью снега; звуками, которые издает снег; формой и размером снежинок (ледяных кристаллов); за высотой снежного покрова и степенью покрытия снегом окрестности.

Различают снег свежий (пылевидный, пушистый, липкий), старый (рассыпчатый, плотный, влажный) и наст (снежная корка, под настом снег плотный или влажный). Кроме этого, отмечается снег, насыщенный водой.

Наблюдения за степенью покрытия снегом окрестности

Степень покрытия окрестности наблюдаемой местности снежным покровом оценивается в баллах по 10-балльной шкале.

При этом, если снегом покрыта вся видимая окрестность, то степень покрытия равна 10 баллам; если наблюдаются отдельные пятна снега, покрывающие менее 0,1 видимой окрестности, то степень покрытия оценивается в 0 баллов.

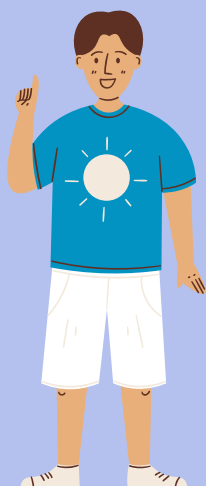
Задание:

В течение зимы понаблюдайте за внешним видом и состоянием снега. При ежедневных наблюдениях опишите степень покрытия снегом окрестности, структуру снежного покрова (наличие прослоек льда, воды и снега, насыщенного водой). Подкрепляйте свои наблюдения фотографиями, обязательно подписывайте, когда сделано фото.

Наблюдения за высотой снежного покрова

Задание:

Научитесь измерять высоту снежного покрова с помощью переносной снегомерной рейки, которую очень легко сделать самим из прямоугольного бруска или же из круглого садового черенка от лопаты, нанеся на него краской сантиметровые деления и немного заострив наконечник.



При наблюдениях нужно выбрать два участка - защищенный и открытый. Так как на них снег ложится не одинаково. Конец рейки, от которого начинаются деления, должен быть на уровне земли, его втыкают заостренным концом вертикально в снег так, чтобы рейка дошла до поверхности земли, но не вошла в землю.

Высоту снежного покрова можно измерить и с помощью простой рулетки или линейки.

Измеряйте высоту выпавшего снега после каждого снегопада. Таким образом можно определять, сколько сантиметров снега выпало во время снегопада и определить, не относится ли данный снегопад к опасному явлению.



Рис. 5.10 Определение высоты снежного покрова с помощью рулетки

Снегопад является опасным явлением, если за 12 часов или меньший промежуток времени выпадает 20 мм и более осадков

Наблюдения за степенью загрязненности снега за зимний период

Задание:

Попробуйте лопатой срезать пласт снега и посмотрите, как выглядит снег в разрезе. Вы увидите, что он похож на слоёный пирог из чистого снега и потемневшего (с прослойками из загрязненного различными примесями снега).

Снег может служить индикатором атмосферного загрязнения пылью, тяжелыми металлами, нефтяными углеводородами, белковыми и другими соединениями, имеющими как естественное, так и антропогенное происхождение.

Исследование снежного покрова является удобным и экономичным способом получения данных о поступлении загрязняющих веществ из атмосферы на подстилающую поверхность.



Рис. 5.11 Снег при уборке дороги

При проведении анализа снега его пробы лучше брать из разных мест города, в том числе в окрестностях антропогенных источников.

Для отбора снега используются следующие вспомогательные устройства и материалы: снегомер, снегомерная рейка, полиэтиленовые пакеты вместимостью 10-12 дм³ или полиэтиленовое ведро с крышкой для проб снега; полиэтиленовая пленка - подкладка под крышку ведра размером 50×50 см. При отсутствии снегомера его можно заменить куском пластиковой трубы высотой 60 см и плоской дощечкой вместо лопатки.

Проба снега на каждом участке объединяет отдельные керны снега, взятые для определения в нескольких точках.

Для отбора снега необходимо:

1) взять отдельные керны снега в нескольких точках. Необходимо выбирать точки отбора так, чтобы пробы приблизительно характеризовали среднюю высоту снежного покрова на данном участке. При высоте покрова более 60 см количество кернов в пробе не должно быть меньше трех. Каждый керн снега вырезается на полную глубину снежного покрова.

Следует избегать захвата снегомером частиц грунта. Перед ссыпанием снега в полиэтиленовое ведро или пакет необходимо тщательно очистить снежный конец снегомера и снежный керн от грунта и растительных включений. Разрешается уплотнение снега в ведре или пакете руками через полиэтиленовую пленку.

2) При отборе на участке необходимо фиксировать следующие данные: место отбора пробы (название участка), среднюю высоту снега, количество кернов, наличие или отсутствие проталин или оголенных участков вблизи места отбора пробы. Перед тем, как брать пробы, стоит также отметить цвет снега, определив его с помощью рамки из белой бумаги (рисунок 5.12)

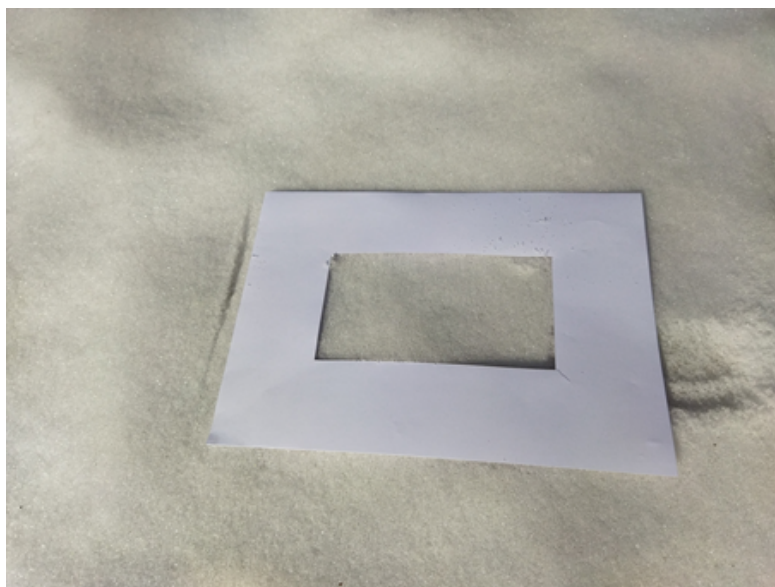


Рис. 5.12 Определение цвета снега при помощи сравнения с белой бумагой

3) Произвести предварительную обработку проб снега. Для этого их необходимо растопить. Делать это надо при комнатной температуре, чтобы ведра с пробами стояли с плотно закрытыми крышками вдали от батарей и других нагревательных элементов. После того, как снег полностью тает, из него пинцетом выбирают и отбрасывают веточки, листья, хвою, траву и другие крупные растительные остатки.

4) Далее талую воду пропускают через фильтр (подойдет обычная воронка для слива жидкости), чтобы отсеять твердые частицы, взвешенные в жидкости. В качестве фильтра можно использовать льняную ткань, хлопок или лутрасил - нетканое полотно из полипропилена, которое распространено в сельском хозяйстве.

При этом необходимо следить, чтобы воронка была заполнена водой не более чем на $\frac{3}{4}$ высоты. Заполнение ее до краев и переливание недопустимы.



Рис. 5.13 Фильтрация талой снежной воды

5) Фильтрованную воду разливают в полиэтиленовые бутылки, и в таком виде талая вода готова к анализу. Сразу после таяния проводят анализ на цвет, прозрачность и запах.



Рис. 5.14 Окрашенный снег, содержащий примесь песка из пустыни Сахара. Выпал в Саратове 2 февраля 2015 года

Чтобы проверить качество воды, необходимо знать показатели ГОСТа и СанПиНа – документов, регламентирующих органолептические свойства питьевой воды: запах; вкус; цвет; прозрачность.

Проведение органолептического анализа талой снежной воды в домашних условиях

Органолептический анализ - метод определения показателей качества продукции на основе анализа восприятий органов чувств: зрения, обоняния, слуха, осязания, вкуса.

Для проведения органолептического анализа в домашних условиях не нужны специальные реактивы или оборудование.

Задание:

Попробуйте самостоятельно, с использованием методических рекомендаций ниже, провести анализ растаявших проб снега

Оцениваем запах воды

Для тестирования растаявший при комнатной температуре снег сливают в стеклянный сосуд и оценивают по запаху.

Ни в коем случае не рекомендуется оценивать такую воду на вкус! Такую жидкость пить нельзя. Если вода не имеет запаха, это оптимальный показатель, оцениваемый по ГОСТу в 0-1 балл. Если у воды есть незначительный запах – это 2 балла. Если же вода имеет отчетливый запах – ставим оценку 3 балла.

Оцениваем цветность и мутность воды

В бытовых условиях цветность можно проверить только "на глаз", приложив к стенке емкости с водой белый лист бумаги. Тест на замутнение воды также проводится визуально, на просвет.

Определяем кислотность (pH) воды

Кислотность или водородный показатель воды характеризует активность ионов водорода. Показатель (pH) дает представление об общем кислотно - щелочном состоянии воды и является одной из ее важнейших характеристик. Определить кислотность (pH) пробы можно используя портативные pH-метры.

Результаты органолептических наблюдений растаявших проб снега можно оформить в виде таблицы.

Наблюдения за звуками, которые издает снег

Задание:

Понаблюдайте за звуками, которые издает снег в разную погоду. Если вы будете записывать их на диктофон, а потом прослушивать, то обнаружите в них много различных оттенков и сможете сделать выводы, какие звуки издают свежевывпавший, слежавшийся, водянистый и другие виды снега.

Почему снег скрипит?

Снег – это образование из различных кристаллов маленьких размеров, среди которых имеется также и воздух. При сжатии снега, когда мы на него наступаем, он уплотняется, и воздух вытесняется, а кристаллы снежинок ломаются друг о друга. При трении и переломе кристалл издает звук, который и воспринимается человеческим ухом как хруст или скрип.

Есть ли различия в звуках у свежесвыпавшего и у старого снега?

У недавно выпавшего снега плотность между снежинками низкая, а у старого – высокая. Такой снег тоже способен издавать звук при сжатии, но уже более низкий. Здесь звуки более похожи не на скрип, а глухой шорох.

Почему в теплую погоду снег не скрипит?

При повышенной температуре часть наста тает, а вода подавляет шум излома кристаллов. Поэтому, такой снег не скрипит, но издает другие звуки. Охарактеризуйте их.

Чем ниже температура воздуха, тем громче скрипит снег. На севере, с "трескучими морозами" от -50°C и ниже, хруст снега можно услышать в радиусе несколько сот метров, частота звука при этом примерно от 1 тысячи до 1600 Гц.

При температуре ближе к нулю градусов кристаллы снежинки начинают таять, образуя вокруг себя воду, которая заглушает звук трения кристаллов, да и сама подтаявшая снежинка уже больше не хрупкая, а скорее водянистая. При сдавливании таких снежинок они не только ломаются, но и сминаются под воздействием воды. Поэтому, скрип талого снега значительно тише, его частота в районе 250 – 400 Гц.

Наблюдение за гололедно-изморозевыми отложениями

Как мы уже говорили ранее, к гололедно-изморозевым отложениям относят отложения льда (гололед), изморози и мокрого снега. Самостоятельно с помощью линейки можно проводить измерения общего вида отложений, а также попробовать научиться определять формы изморози.

Гололед - слой матового или прозрачного льда, нарастающего на поверхности земли и различных предметах вследствие замерзания капель переохлажденного дождя или мороси, реже тумана. Гололед образуется также и в тех случаях, когда капли дождя, мороси или тумана замерзают при соприкосновении с более холодными предметами. Обычно гололед бывает при слабых морозах (от 0°C до - 5°C). Гололед обычно покрывает все части поверхности, открытые осадкам, при замерзании которых образуется плотная, иногда стекловидная корка льда.

Задание:

В течение зимы фотографируйте, измеряйте и отмечайте в Дневнике погоды размер гололедно-изморозевых отложений в своем саду или ближайшем парке. Какой максимальный размер этих отложений вы наблюдали в зимнем сезоне? В конце сезона сделайте свои выводы, какая погода лучше всего способствует росту отложений и почему.



Рис. 5.15 Определение размера отложения с помощью линейки

Гололедно-изморозевое отложение относят к опасному явлению, если диаметр отложения на проводах: гололеда – не менее 20 мм; сложного отложения или мокрого (замерзающего) снега – не менее 35 мм; изморози – не менее 50 мм

Наблюдения за изморозью

Изморозь - это отложение льда, обычно образуемое замерзанием переохлажденного тумана или облачных капель на длинных тонких предметах: проводах, ветвях деревьев и др. при относительно влажной морозной погоде. В метеорологии различают кристаллическую и зернистую изморозь.

Кристаллическая изморозь - белый осадок из кристаллического льда нежной тонкой структуры. Образуется преимущественно в ночные часы при безоблачном небе и тонких облаках при наличии тумана или дымки (иногда без тумана и дымки), обычно при температуре от минус 11 до минус 25-30°C, за счет сублимации (непосредственного перехода в лед) водяного пара, находящегося в воздухе. При образовании на сучьях деревьев, проводах и антеннах кристаллическая изморозь имеет вид пушистых гирлянд, легко осыпающихся при встряхивании.



Рис. 5.16 Кристаллическая изморозь. Фото Демидовой Елены

Зернистая изморозь - снеговидный рыхлый осадок матово-белого цвета. Образуется вследствие намерзания на проводах, сучьях деревьев, отдельных травинках и т.п. переохлажденных капель тумана; появляется преимущественно с наветренной стороны предметов при температуре воздуха чаще от минус 2 до минус 7 °С. При соприкосновении с предметом капли настолько быстро замерзают, что не успевают потерять свою форму и дают снеговидное отложение, состоящее из отдельных не различимых глазом ледяных зерен.



Рис. 5.17 Зернистая изморозь в национальном парке Таганай. Фото Червякова Максима

Процессы, приводящие к образованию разных видов изморози, могут происходить почти одновременно, последовательно в течение длительного периода времени и даже попеременно. Таким образом, при определенных обстоятельствах могут наблюдаться очень разнородные "общие отложения" с переходными стадиями.

Отличить кристаллическую изморозь от зернистой бывает затруднительно. При анализе изморози нужно иметь в виду, что на поверхности зернистой изморози даже при самом тщательном осмотре не различаются правильные ледяные кристаллики и блеск их граней. Но если видны хотя бы отдельные кристаллы или их части, то изморозь следует отнести к кристаллической.

Задание:

Фотографируйте разные виды изморози. Какие формы вам чаще встречались за сезон? В конце зимнего сезона представьте их в виде альбома фотографий с собственными пояснениями и комментариями.

Наблюдения за инеем

Иней - это белый, нежный кристаллический осадок, образующийся на поверхности земли, траве, предметах, крышах зданий и автомобилей, снежном покрове преимущественно в холодное время года при малооблачном небе и слабом ветре. Наблюдается в вечерние, ночные и утренние часы. Зимой иней может образовываться и в дневные часы на поверхности земли и предметах в тех случаях, когда их температура ниже нуля градусов.

Иней чаще образуется на горизонтальных или слабо наклонных поверхностях. Кристаллы инея образуются путем сублимации (непосредственного перехода в лед) водяного пара из соприкасающегося с предметом воздуха.

Задание:

Хотя бы раз во время зимы понаблюдайте за возникновением, ростом и таянием инея. Для этого можно изготовить очень простой прибор в форме гребенки из обычного картона. На куске картона надо вырезать зубцы разной ширины: 15, 10, 5, 2 и 1 мм. На гребенку можно наклеить также шероховатые нити различной толщины (от 0,5 до 0,1 мм) из различных материалов: хлопка, шерсти, акрила, а также простую швейную нитку. Можно также поэкспериментировать и с другими материалами: взять тонкую проволоку, натуральную щетину... Готовую гребенку необходимо выставить горизонтально под открытое небо в морозную влажную погоду и оставить на ночь.



Рис.5.18 Прибор для наблюдения за инеем

На следующее утро проанализируйте, какие зубцы покрылись инеем сильнее, а какие совсем незначительно. Разное количество инея окажется и на различных нитях.

Подробный ход и анализ нашего эксперимента можно посмотреть в мастер-классе "Опыты с погодой. Мастерим прибор для наблюдения за инеем".



Этот опыт наглядно демонстрирует нам то, что инеем покрываются предметы далеко не одинаково! И здесь важным фактором выступает не материал, а размер (диаметр ниток). Если поверхность предмета имеет крайне малый размер, меньше 0,5 мм, то на ней иней не образуется. Подобные предметы не в состоянии охладить прилегающий к ним воздух до "точки инея", т.е. той температуры, при которой из водяного пара начинают образовываться ледяные отложения.

С помощью этой гребёнки мы можем наблюдать, что количество инея зависит от ширины зубцов (чем шире зубец, тем больше на нем кристаллов инея), и практически не зависит от материала ниток.

Опишите свой опыт в Дневнике наблюдения за погодой и сделайте свои выводы о влиянии различных материалов с различными поверхностями и их размеров на образование инея.



Средний размер кристаллов инея, выросших за одну ночь достигает в длину около 1 мм. Средняя скорость их роста - 0,1 - 0,3 мм/час. А в условиях длительной полярной ночи или в тени кристаллы инея могут расти много суток подряд и достигать больших размеров

Удачи в наблюдениях! Уверены, что вы откроете для себя массу удивительного в природе и, возможно, захотите написать исследовательские работы по этой тематике.

Дополнительные ресурсы:

По данной теме предлагаем прослушать аудиоматериалы подкаста "Meteo Life":

- атмосферные явления зимой
- цветные осадки
- иней
- роса
- град
- гололёд
- снежинка



Наведите камеру

Предлагаем также воспользоваться образовательными материалами онлайн-школы "Online - Meteo".

Посмотреть:

- мастер-класс "Наблюдаем за зимними атмосферными явлениями":



Наведите камеру

- мастер-класс "Наблюдаем твердый кристаллический налет"



Наведите камеру

- мастер-класс "Мастерим прибор для наблюдения за инеем"



Наведите камеру

Викторина "Зимние атмосферные явления"

может быть предложена школьникам в качестве закрепления и проверки остаточных знаний по данной теме, а также общего расширения кругозора участников.

Отвечая на вопросы, необходимо выбрать и отметить (подчеркнуть или обвести) только **один** вариант ответа.

1. Нередко в зимнее время можно наблюдать удивительное по зрелищности атмосферное явление. Это оптическое явление вызывается отражением света на почти горизонтальных гранях шестиугольных плоских ледяных кристаллов, свободно парящих в воздухе. О каком явлении идет речь?



Саратов. Фотографии Валерии Мироновой

- а) полярное сияние
- б) свечение атмосферы
- в) световые столбы
- г) огни святого Эльма

2. Этот российский фотохудожник - один из первых, который кто смог детально запечатлеть удивительную красоту снежных кристаллов. Его микрофотографии имели большой успех. Авторские снимки публиковались в "Журнале Русского физико-химического общества", часть экспонировалась на Московской географической выставке 1892 года. О каком фотохудожнике идет речь?



Фотография автора. Снежинки. Начало XX в. Из коллекции Рыбинского-музея заповедника

- а) Родченко Александр Михайлович
- б) Бентли Уилсон
- в) Мухин Игорь Владимирович
- г) Сигсон Андрей Андреевич

3. В обыденной речи и художественной литературе можно встретить многообразные названия зимнего атмосферного явления: завируха, крутень, кутерьма, сипуга, хвилюга. В научной литературе данные термины не употребляются. О каком явлении идет речь?



Зимнее атмосферное явление

- а) ураган
- б) туман
- в) метель
- г) смерч

4. Рост снежинок напрямую зависит от температуры и влажности воздуха. Крупные снежинки образуются при повышенной влажности воздуха, их чаще можно увидеть вблизи водоемов, так как испарение воды создает самые благоприятные условия для их образования. Чтобы снежинки получились аккуратной и правильной формы, необходима температура воздуха от -5 до -20 градусов Цельсия. А в каком виде выпадают снежинки при температуре ниже 30 градусов?

- а) снежной крупы
- б) снежных зерен
- в) алмазной пыли

5. Согласно словарю Владимира Даля, так в старину называли густой мокрый снег в теплую погоду, часто выпадающий хлопьями.

- а) рянда
- б) пороша
- в) падь
- г) кижя

6. Обычно, свежавыпавший снег белого цвета. Однако зафиксированы случаи, когда выпадал снег черного и даже зеленого цвета. А благодаря жизнедеятельности хламидомонады снежной - мельчайшей водоросли, встречается розовый, красный и фиолетовый снег. В Саратове тоже иногда наблюдалось выпадение снега с желтыми и персиковыми оттенками. Как, например, 2 февраля 2015 года и 18 марта 2021 г. Как думаете, с чем это было связано?



Саратов, 2015 год. Фотография Дениса Аникина

- а) с выбросами загрязняющих веществ с работающих предприятий города
- б) с песчаными и пыльными бурями в других регионах и дальнейшим переносом аэрозольных частиц воздушными потоками
- в) со множеством крошечных микроорганизмов, способных размножаться на снегу

7. На данных фотографиях студенты кафедры метеорологии и климатологии СГУ и школьники Саратова производят инструментальные наблюдения за снежным покровом. Какой прибор они используют для этого?



Измерения характеристик снежного покрова студентами и школьниками в полевых условиях зимой 2021 года

- а) снегомерную рейку
- б) снегозаборник
- в) снегомер весовой
- г) метелемер Кузнецова

8. С начала 30-ых годов прошлого века начался период Всесоюзных снегопоходов. У его истоков стоял уникальный человек, немец польского происхождения, руководитель Нижне-Волжского областного Метеорологического бюро, Рудольф Эдуардович Давид. Как опытный специалист, который обосновал и разработал методику снегопоходов, в 1931 г. Давид был назначен председателем штаба снегопохода. Что представляли из себя снегопоходы?



Руководитель Нижне-Волжского областного
Метеорологического бюро
Рудольф Эдуардович Давид (1887 - 1938 гг.)

- а) ежегодные арктические экспедиции
- б) ежегодные экспедиции по изучению снежного покрова в различных регионах страны
- в) мероприятия по снегозадержанию, обязательные в районах, подвергающихся засухам

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вопросы состояния атмосферы Земли - погоды и климата - интересны многим. Мы живём, дышим, работаем и отдыхаем в воздушной оболочке Земли и всецело зависим от того, что в ней происходит. Поэтому рассмотренный в пособии материал будет интересен широкому кругу читателей.

Учебно-методическое пособие "Наблюдаем за погодой" является совместной разработкой преподавателей, выпускников и студентов кафедры метеорологии и климатологии СГУ имени Н.Г. Чернышевского.

Пособие знакомит с основами наблюдений за температурой воздуха и почвы, влажностью воздуха, атмосферным давлением, облаками и атмосферными явлениями, которые можно наблюдать зимой и в переходные сезоны года. А также с приборами, которые применяются для наблюдений на гидрометеорологической сети России и стран СНГ.

Коллектив авторов надеется, что пособие будет полезно учителям в качестве дополнительного материала при объяснении разделов географии, связанных с атмосферой, погодой, климатом и экологией.

Предложенные варианты самостоятельных наблюдений и измерений характеристик погоды могут послужить основой школьного исследовательского проекта, а значит станут «шагом в науку» для учащихся.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Андреев А.О., Дукальская М.В., Головина Е.Г. Облака: происхождение, классификация, распознавание. Под ред. д-ра геогр. наук А.И. Угрюмова. Уч. пособие. – СПб.: изд-во РГГМУ, 2007. – 228 с.
2. Атлас облаков / Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Гл. геофиз. Обсерватория им. А.И. Воейкова; [Д. П. Беспалов и др.; ред.: Л. К. Сурыгина]. – Санкт-Петербург: Д'АРТ, 2011. – 248 с.
3. Атлас снежинок (снежных кристаллов)./ Федер. служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Гл. геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова; сост.: Ю. А. Довгалюк, Т. А. Першина; пер. А. А. Синькевича. – Санкт-Петербург: Гидрометеоздат, 2005. – 139 с.
4. Заморский А.Д. Иней. Изморозь. Гололед. – Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1951. – 64 с.
5. Кедролыванский В.Н., Стернзат М.С. Метеорологические приборы. Измерение метеорологических элементов: [Учебное пособие для гидрометеорологических вузов и гос. ун-тов]. – Л.: Гидрометеоздат, 1953. – 544 с.
6. Клосс Р., Фаси Л. Облака. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1970. – 120 с.
7. Международный Атлас облаков. Наставление по наблюдению за облаками и другими метеорами (ВМО-№ 407) [электронное издание] cloudatlas.wmo.int/ru/home.html (дата обращения 12.07.2022)

8. Морозова Е.Е., Буланая М.В., Буланый Ю.И, Малинина Ю.А., Евдокимова Е.Г., Исаева О.А. Экологообразовательный проект «Сохраним природный парк «Кумысная поляна»/ Под ред. Е.Е. Морозовой. Серия: начальное естественно-математическое образование. Книга 7. Учебное пособие для учащихся. – Саратов: ИЦ «Наука», 2013. – 68 с.
9. Морозова С.В. Вопросы изменения климата: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности «Метеорология» 020602 и направлению «Прикладная гидрометеорология» 280400/ С.В. Морозова. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2011. – 100 с.
10. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам Выпуск 3. Часть I. Метеорологические наблюдения на станциях. – Л.:Гидрометеиздат, 1985. – 300 с.
11. Претор-Пинней Г. Занимательное облаковедение. Учебник любителя облаков. Перевод Дементиевская О., Фаликман М.В. – Издательство: Livebook, 2015. – 384 с.
12. Пряхина С.И., Морозова С.В., Семенова Н.В., Короткова Н.В. Учебно-методическое пособие «Методы и приборы гидрометеорологических измерений» для студентов, обучающихся по направлениям 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология (бакалавриат), 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология (магистратура) – Саратов: ИЦ «Наука», 2016. – 178 с.
13. Роджерс Э. Физика для любознательных. Т.2 Наука о Земле и вселенной. Молекулы и энергия. Изд. 2-е, исправленное. – М: Изд-во «Мир», 1972.– 656 с.

14. Руководящий документ РД 52.27.724 – 2019. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. – Москва. ФГБУ «Гидрометцентр России», 2019 <https://meteoinfo.ru/images/media/books-docs/RHM/nast-KPP-2019.pdf> (дата обращения 12.07.2022)
15. Снег. Справочник под редакцией Д.М. Грея и Д.Х. Мэйла. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 750 с.
16. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. 2-е издание переработанное и дополненное. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 620 с.
17. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: учебник, 4-е изд. переработанное и дополненное. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 520 с.

КЛЮЧИ К ВИКТОРИНАМ

Викторина "Температура - важная характеристика окружающей среды":

- | | |
|-------|-------|
| 1. б) | 6. в) |
| 2. г) | 7. б) |
| 3. а) | 8. в) |
| 4. а) | 9. в) |
| 5. в) | |

Викторина " Влажность воздуха и методы ее измерения":

- | | |
|-------|--------|
| 1.б) | 6. б) |
| 2. а) | 7. в) |
| 3. в) | 8. б) |
| 4. б) | 9. б) |
| 5. в) | 10. б) |

Викторина "Атмосферное давление"

- | | |
|-------|-------|
| 1. б) | 5. б) |
| 2. г) | 6. б) |
| 3. в) | 7. б) |
| 4. б) | |

Викторина "Зимние атмосферные явления"

- | | |
|-------|-------|
| 1. в) | 5. а) |
| 2. г) | 6. б) |
| 3. в) | 7. в) |
| 4. в) | 8. в) |

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ


Червяков Максим Юрьевич,
Демидова Елена Владимировна,
Семенова Наталия Владимировна,
Митюкова Елизавета Игоревна,
Давыдова Ольга Станиславовна

Наблюдаем за погодой

Учебно-методическое пособие для студентов,
обучающихся по направлениям 05.03.05 "Прикладная
гидрометеорология",
44.03.01 "Педагогическое образование" (профиль География),
учителей и учащихся младших, средних и старших классов
образовательных учреждений России

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Подписано в печать 20.12.2023
Гарнитура Times. Печать цифровая
Усл. печ. л. 12,09. Тираж 300 экз. Заказ 0188

Издательский центр «Наука»
410600, Саратов; Пугачёвская, 117, к.50

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии ИП «Экспресс тиражирование»
410005, Саратов; Рахова, 187/213, офис 220  (8452) 27-26-93



Кафедра метеорологии и климатологии

Адрес: г. Саратов, ул. Университетская, 59, кор.4, ауд. 35

Телефон: +7 (8452) 51-54-28 Email: kafmeteo@mail.ru